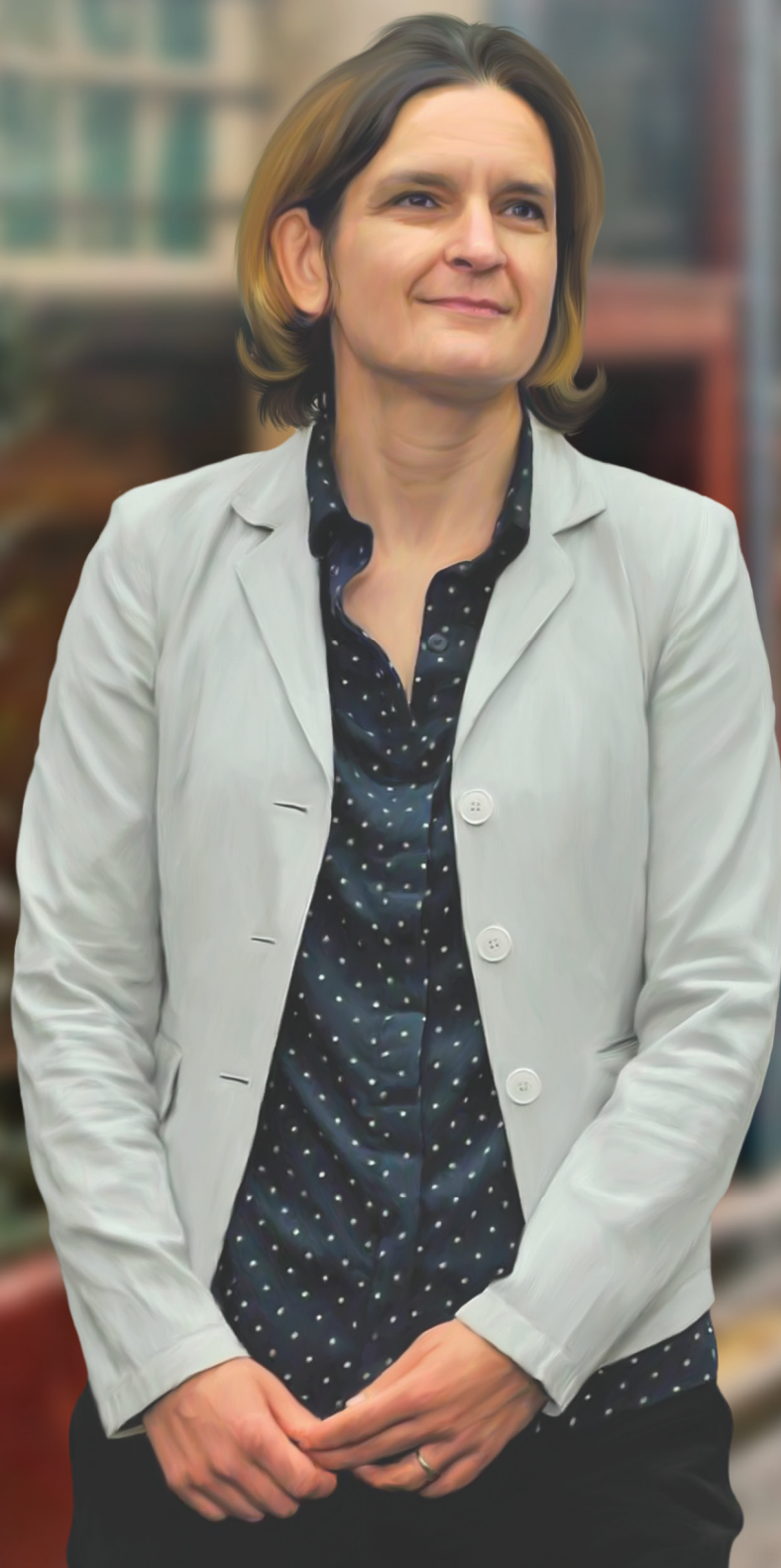


ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



30 2020
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 30 (320) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

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

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
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 изображена *Эстер Дюфло* (1972), французский экономист, профессор Массачусетского технологического института.

Эстер Дюфло — вторая в истории женщина, получившая Нобелевскую премию по экономике, и самая молодой ее лауреат. «За экспериментальный подход в снижении уровня глобальной бедности» — с такой формулировкой Нобелевскую премию вручили Эстер, ее мужу Абхиджиту Банерджи и их коллеге Майклу Кремеру. «Исследование, проведенное лауреатами 2019 года, существенно повысило наши возможности в борьбе с мировой бедностью. Всего за два десятилетия их экспериментальный подход изменил развивающиеся экономики, которые сейчас представляют собой преуспевающее поле для исследований», — говорится на сайте Нобелевской премии.

Прежде чем получить премию, Дюфло успела поработать в России и вместе с мужем написать книгу по экономике, переведенную на 17 языков. Журнал *Forbes Woman* выбрал самые любопытные факты о ней:

- Эстер Дюфло родилась в многодетной семье в Париже. От отца-профессора она унаследовала страсть к математике, а от матери-педиатра — чувство социальной справедливости. «Часть меня всегда хотела приносить пользу миру. Это во мне от матери. Она педиатр и активно работала в небольшой некоммерческой организации, занимавшейся детьми — жертвами войн. Она ездила в страны, пережившие войну, а по возвращении показывала нам фотографии, чтобы мы об этом знали», — говорила Дюфло в интервью *Financial Times*. Дюфло знает русский язык, в 1993 году она провела в Москве 10 месяцев, преподавала французский язык и параллельно работала помощником звездного экономиста Джеффри Сакса, который тогда консультировал Егора Гайдара, архитектора реформ «шоковой терапии». В интервью *FT* Дюфло говорила, что в России она сразу же увидела, что как экономист может добиться всего и сразу.
- Эстер защитила магистерскую работу по первой советской пятилетке в Высшей нормальной школе в Париже — элитном учебном учреждении, которое выпустило немало будущих ученых и политиков. В 1995 году она приехала в Массачусетский технологический институт (MIT), чтобы получить степень доктора наук. Свои впечатления от США она описывала так: «Ты приезжаешь из Франции, где ты привыкла, что тебя полностью игнорируют. Ты приезжаешь

туда, где люди совершенно не думают об иерархии. Здесь неважно, что ты студентка, что ты только вчера приехала из Франции. Если тебе есть что сказать, если у тебя есть идея, люди прислушаются». В 29 лет она стала штатным преподавателем Массачусетского технологического института.

- Дюфло провела значительную часть карьеры в поездках по Индии и Африке, где она пыталась понять, какие программы борьбы с бедностью эффективны, и пришла к неожиданным выводам. Вместо того чтобы придерживаться упрощенного мнения, что материальная помощь полезна (или, как утверждают некоторые критики свободного рынка, бесполезна) для тех, кто пытается выбраться из «ловушки бедности», Дюфло фокусируется на деталях. Нужно ли раздавать сетки от комаров даром или продавать? Что позволит привлечь детей в школы и убедиться, что они там действительно учатся? Стоит ли отправлять врачей в деревни, чтобы они делали прививки местным жителям, стоит ли раздавать мешки риса? Или и то, и другое? Или ничего?
- Дюфло изучала роль женщины в развивающихся экономиках. Например, она задалась вопросом, исчезнет ли бедность, если миром будут править женщины. «Общепризнанно, что в Африке женщины отвечают за то, чтобы на столе была еда, поэтому дети оказываются в лучшем положении, когда ресурсы переходят к женщинам. Но нельзя рассчитывать, что независимость женщин сделает нас всех богатыми и здоровыми... Женщины получают больше ресурсов отчасти за счет мужчин. Иногда люди пытаются это игнорировать, утверждая, что мы создадим столько дополнительных ресурсов, что все выиграют. Я не думаю, что это так», — говорила она в интервью *FT*.
- В 2011 году в соавторстве со своим мужем и коллегой Абхиджитом Банерджи Дюфло написала книгу «*Poor Economics: A Radical Rethinking of the Way to Fight Global Poverty*», получившую признание *Financial Times* и *Goldman Sachs* и переведенную на 17 языков.
- В 39 лет она получила медаль Джона Бейтса Кларка — так называемую «мини-Нобелевскую премию», вручаемую Американской экономической ассоциацией молодым экономистам. Более трети обладателей этой премии в дальнейшем становились Нобелевскими лауреатами.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УМНИК В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Валеев Д. Р.

Комплексный подход к разработке программного обеспечения для автоматизации работы инженерно-технического персонала нефтегазодобывающего предприятия на примере ПО «Автогеолог» 1

Тагаев А. И., Абдулзагиров М. М., Коршунова Е. Д.

Разработка мобильного трекера с IoT системой для повышения эффективности работы с солнечной батареей11

МАТЕМАТИКА

Ворончихин Е. К.

Расстояние от точки до многогранника в пространстве13

Дмитриевская Д. И.

Биангулярная система координат17

ФИЗИКА

Березина А. А.

Организация устройства приема и передачи информации по оптическому каналу при помощи использования лазерного излучения малой мощности20

Васильев Д. В.

Механизм движения поезда на магнитах и батарее22

Попыкина А. П.

Молниевая активность, связанная с извержением вулкана Эйяфьядлаёкюдль в 2010 году27

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Власов В. А.

Разработка распределённой информационной системы для организации игр по страйкболу с применением GPS-мониторинга30

Ижунинов М. А.

Биометрические технологии: перспективы и угрозы34

Карачевцева А. А.

Локализация веб-сайта как необходимый этап продвижения товаров и услуг36

Семенов В. А.

Механизм автоматизации продажи актуальных товаров в соцсети Instagram39

Топорин А. А.

Разработка прототипа мобильного робота для работы с системой интеллектуального управления42

Хамроев У., Туйчиев Б. Р.

Применение перспективных информационных технологий в сфере таможенного администрирования47

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Боровик Д. А.

Выбор типа краскораспылителя для нанесения водоразбавляемых автомобильных красок и возможная модернизация его конструкции ...50

Булыга М. А.

Совершенствование процессов подготовки нефти к транспортировке54

Бурлачук А. М.

Разработка двухсекционного прототипа манипулятора на гибких связях57

Капралова Е. А. Исследование математической модели электрической активности сердца как объекта управления	61
Малий В. И., Кузьмин Н. А., Яскевич Е. С., Фирсов В. И., Паушев И. С., Подгорный К. Э., Чусов П. В., Литвинов Н. В. Система подготовки водителей транспортных средств.....	66
Мосиенко С. А. Войсковая ПВО: увеличение дальности обнаружения воздушных целей	70
Панин Д. О., Иванов А. С., Данилович А. С., Родин Е. Н., Тюхтин И. Н., Погосов М. И., Добровольский М. Е., Сухарев А. К. Тепловой аккумулятор для системы охлаждения двигателя КамАЗ семейства «Мустанг»	73
Свечников Д. А., Чембулатов А. Б., Чусов П. В., Богатов В. В., Забелин Р. Р., Киселев Е. А., Мтирелишвили М. Д., Кузьмин Н. А. Модернизация системы активного рулевого управления Infiniti Q50.....	75

Соломонов И. А., Панков Д. Э., Терин А. М., Тутушкин А. К. Метод высокоскоростной обработки как способ улучшения шероховатости при работе с алюминием	78
---	----

ГЕОГРАФИЯ

Суюнчева М. Р. Динамика и современный режим весенних заморозков в лесостепной зоне Ставропольского края	80
---	----

ГЕОЛОГИЯ

Нурматов М. Н., Жаббаров Б. Н., Чиникулов Г. Р., Жураев О. Х. Пути улавливания потоков загрязненных подземных вод гидротехнической скважины на аномальной зоне месторождения Тюбегатан методом эрлифта	83
--	----

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УМНИК В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Комплексный подход к разработке программного обеспечения для автоматизации работы инженерно-технического персонала нефтегазодобывающего предприятия на примере ПО «Автогеолог»

Валеев Денис Рамилович, специалист
ПАО «Варьеганнефтегаз» (г. Радужный)



Неблагоприятная конъюнктура рынка в сфере ТЭК, характеризующаяся низкой ценой на жидкие углеводороды, истощением залежей с традиционными запасами, вводом в разработку трудно извлекаемых запасов (ТРИЗ), ставит задачу повышения качества принимаемых решений инженерно-техническим персоналом.

Разработка программного обеспечения, основанного на математических моделях анализа и обработки промышленных данных с целью поддержки принятия решений инженерами нефтегазодобывающего предприятия является одним из наиболее перспективных направлений в области повышения эффективности работ предприятий ТЭК. Автоматизация процессов принятия решений — действенный способ увеличения эффективности производственных процессов, уменьшения нагрузки на персонал вызванной монотонной и однообразной работой, которую можно возложить на ЭВМ, снижения затрат, связанных с некорректностью решений и ошибками.

Нефтяной промысел относится к сложным промышленным системам, имеющим колоссальные объёмы обрабатываемой и генерируемой информации. Автоматизация работы сотрудников нефтегазодобывающих

предприятий является сложной задачей, требующей скрупулёзного анализа и верификации промышленных данных, учета высокой степени неоднородности системы принятия решений.

В ходе реализации программного обеспечения для автоматизации работы геологических служб нефтегазодобывающих предприятий «АвтоГеолог» был разработан следующий алгоритм проектирования информационных систем:

1. Определение и детальное рассмотрение основных должностные обязанности промышленного геолога нефтегазодобывающего предприятия, путем проведения анализа рабочего дня каждого из сотрудников. Упрощенный результат проведенного анализа представлен на рисунке 2 в виде Use case диаграммы универсального языка разработки UML.

2. Для каждой задачи решаемой сотрудником геологической службы необходим подбор наиболее подходящего способа анализа данных исходя из неопределенности системы.

Классические методы управления и нечеткие системы являются эффективными и наиболее производительными в случае, когда для решаемой задачи имеется научно обоснованная зависимость между влияющими и прогнозируемыми параметрами.

В случае высокой неопределенности системы, когда предсказать прогнозируемую величину невозможно, целесообразно использовать методы машинного обучения.



Рис. 1. Динамика цен на фьючерсный контракт на нефть Brent (MOEX, USD за баррель)

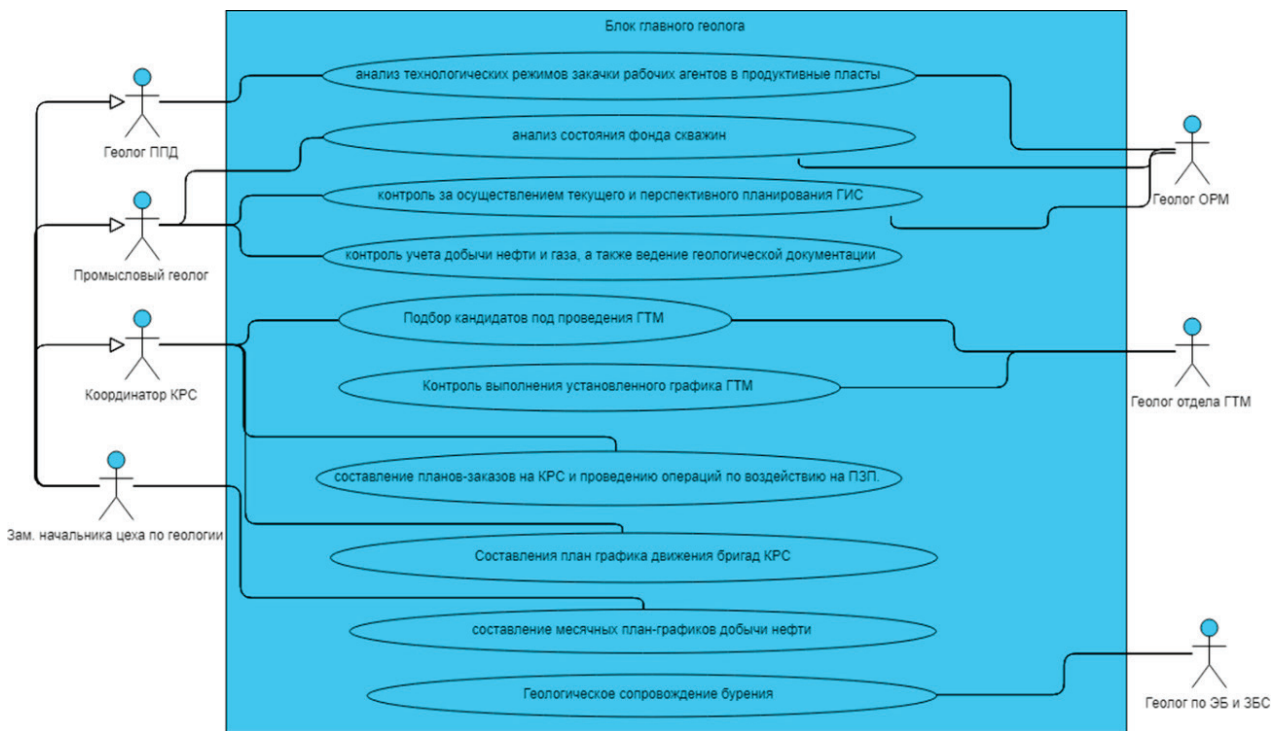


Рис. 2. Должностные обязанности геологических служб

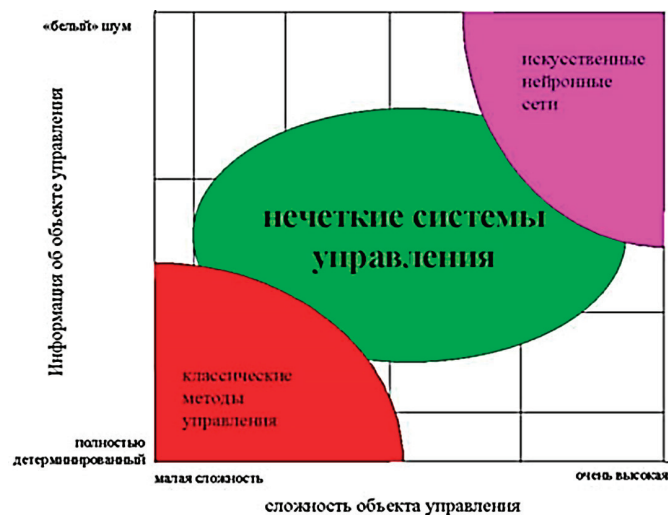


Рис. 3 Выбор способа анализа данных



Рис. 4 Оценка различия методов анализа данных.

В качестве строго детерминированной задачи, решаемой промышленными геологами, возможно привести задачу подбора кандидатов под проведение геофизических исследований нагнетательных скважин с целью определения профиля приемистости и технического состояния скважины. Данная задача регламентируется РД 153–39.0–072–01 «Технической инструкции по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах». Исходя из требований РД был разработан эвристический алгоритм анализа геолого-технической информации скважины, позволяющей производить подбор кандидатов под ГИС.

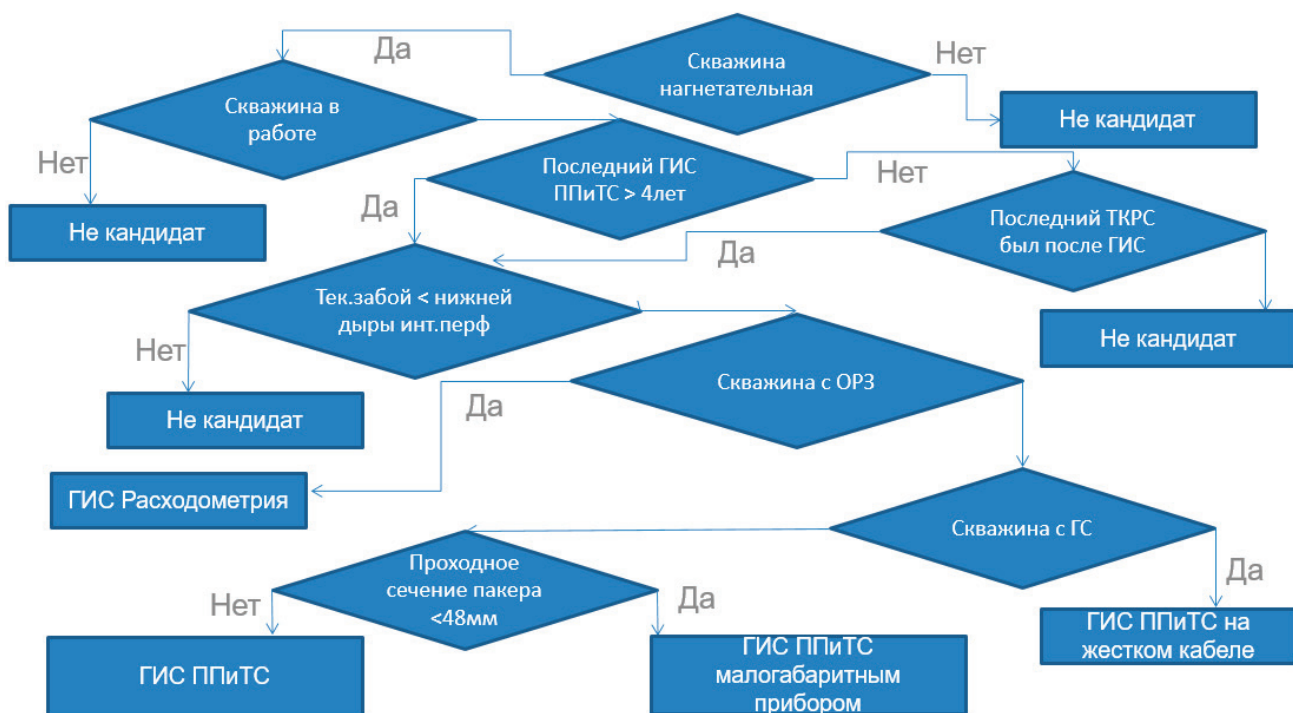


Рис. 5. Эвристический алгоритм подбора скважин кандидатов под ГИС ППИТС

Нечеткие системы управления целесообразно применять для задач имеющих большую степень неопределенности по сравнению со строго детерминированными задачами, но где возможно дать научное обоснование взаимосвязи влияющих факторов и прогнозируемой переменной. В качестве примера возможно привести задачу определения причин обводнения скважин.

Увеличение обводненности нефтяных скважин является неотъемлемой и закономерной частью процессов добычи углеводородов. По этой причине одной из основных задач, стоящих перед геологическими службами, нефтегазодобывающих предприятий,

является диагностика причин обводнения скважин. Проведем детальную оценку снижения трудозатрат на выявление причин обводнения путем разработки алгоритма на основе нечеткой логики.

Причины роста обводненности возможно разделить на 4 категории:

- обводнение вызвано конусообразованием подошвенных вод;
- прорыв вод, расположенных за контуром нефтеносности;
- прорыв закачиваемых в пласт вод от нагнетательных скважин;
- поступление воды из негерметичностей эксплуатационной колонны или заколонных перегородок.

Определение причин роста обводнения скважинной продукции сводится к анализу факторов риска, величина которых и являются граничными условиями диагностики той или иной причины обводнения скважины.

К данным факторам риска обводнения скважинной продукции относятся:

- расстояние до нагнетательной скважины (м);
- изменение объемов закачки, влияющей ППД по сравнению с 3 и 6 месячной давностью (м);
- текущая компенсация по элементу заводнения (%);
- отношение максимального значения проницаемости в разрезе к среднему (д.ед.);
- расстояние до внешнего контура нефтеносности (м);
- расстояние от подошвы интервала перфорации до ВНК по вертикали (м);
- величина забойного давления (МПа);
- время эксплуатации скважины (лет);
- количество проведенных ТКРС (шт.).

Для каждого фактора риска обводнения скважины экспертно задаются функции принадлежности к каждой определенной причине обводнения. В качестве примера зададим значение функции принадлежности влияние фактора риска «Расстояние до нагнетательной скважины» на рост обводненности скважины посредством прорыва нагнетаемых в пласт вод. График функции принадлежности представлен на рисунке 6.

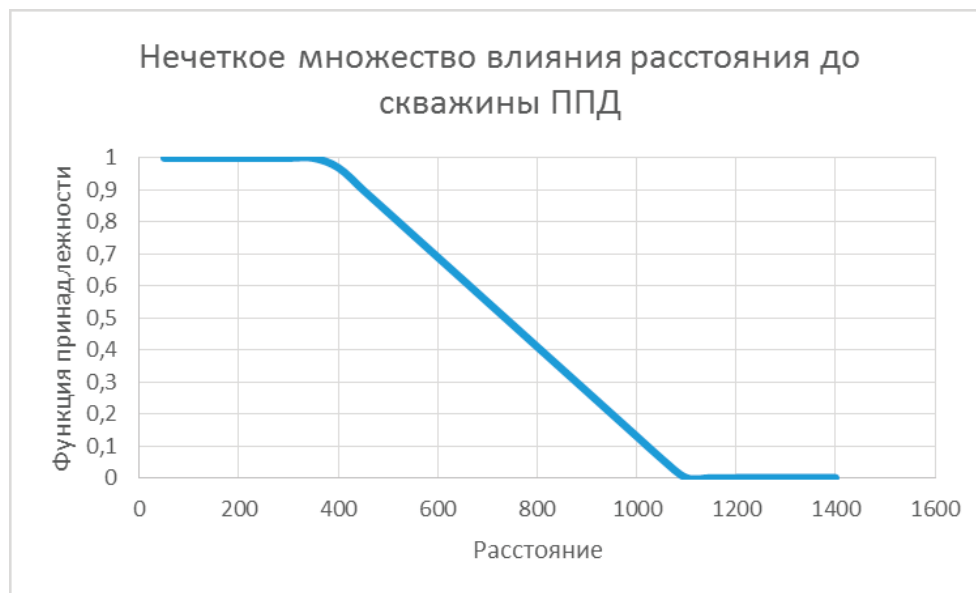


Рис. 6. Пример функции принадлежности влияние фактора риска «Расстояние до нагнетательной скважины» на рост обводненности скважины посредством прорыва нагнетаемых в пласт вод

При значительном расстоянии до скважины ППД закономерно, что добывающая скважина не может обводняться водой от закачки, поэтому на расстоянии свыше 1050 м — выражение ложно, функция принадлежности равна 0, 350 м — выражение верно, выражение ложно, функция принадлежности равна 1, 350–1100 м — выражение неоднозначно, функция принадлежности в пределах от 0 до 1.

Таким образом, зная величину влияющего фактора возможно определить значение функции принадлежности, заданной экспертом. [9]

Для получения общей вероятности умножаем значения функций принадлежности на значения веса каждого фактора. Вес каждого фактора примем равным единице.

Исходя из значения каждого фактора риска обводнения скважин, возможно определить общую степень вероятности возникновения определенной причины обводнения по формуле:

$$P = \sum_{i=1}^n r_i \mu_i$$

где r_i — вес i -го фактора риска,

μ_i — функция принадлежности i -го фактора риска.

Сравнив значения вероятностей причин роста обводнения скважин возможно выявить из них истинную.

Результат определения причин обводненности на скважинах Самотлорского месторождения представлен в таблице 1.

Таблица 1. Результат определения причин обводнения

Скважина	Расстояние до ППД	Qзак	f	Qж	Нд	Результат
16220	170	10	2	9	1	Влияние ППД
19283	265	30	1	2	40	Влияние ППД
25903	215	50	5	1	10	Влияние ППД
25912	262	-20	5	1	40	Влияние ППД (ошибка)
26264	250	8	16	13	200	Негермет э/к
15370	0	0	5	20	200	Негермет э/к
10907	350	30	11	20	150	Негермет э/к
8900	382	-20	40	40	600	Негермет э/к

Расчет производился на 8 скважинах, по которым однозначно установлена причина обводнения, в результате работы алгоритма была получена только одна ошибка, что говорит о возможности практического применения теории нечетких множеств в нефтяной промышленности.

Для задач имеющих высокую степень неопределённости целесообразно использовать алгоритмы машинного обучения, позволяющие определить неявные взаимосвязи между влияющими факторами и прогнозируемыми величинами. Явным примером подобных задач являются задачи подбора скважин кандидатов под проведение геолого-технических мероприятий (ПВЛГ, ГРП, ОПЗ, ИДН).

3. После построения математических моделей необходимо произвести проектирование функционала, разрабатываемого ПО. Функционально-технологические требования, предъявляемые нефтегазодобывающими компаниями, могут существенно отличаться в связи с различными требованиями ЛНД. По этой причине проектирование программного обеспечения целесообразно производить на универсальном языке проектирования UML, что позволяет беспрепятственно изменять технологии разработки при изменении требований.

Результат проектирования представлен ПО «АвтоГеолог» представлен на рисунках 7–11.

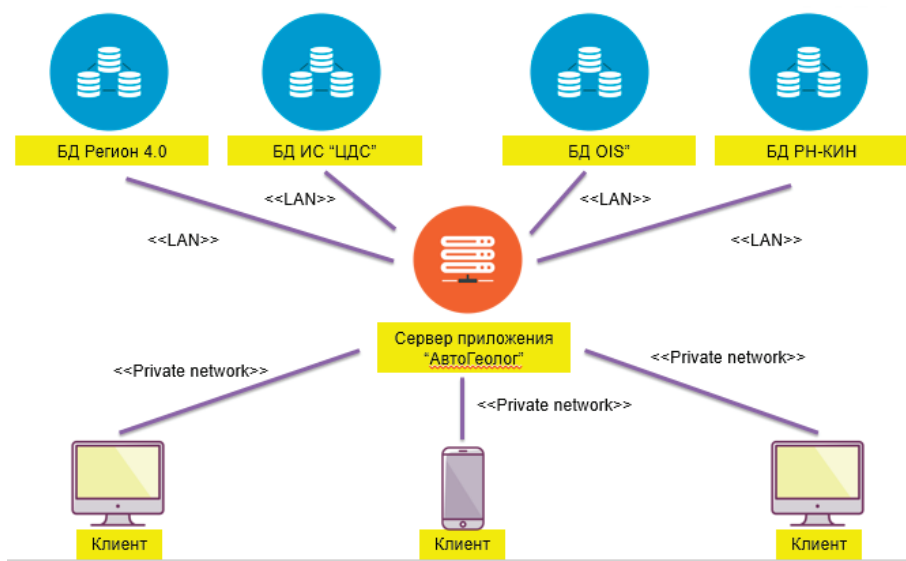


Рис. 7. Диаграмма размещения проекта

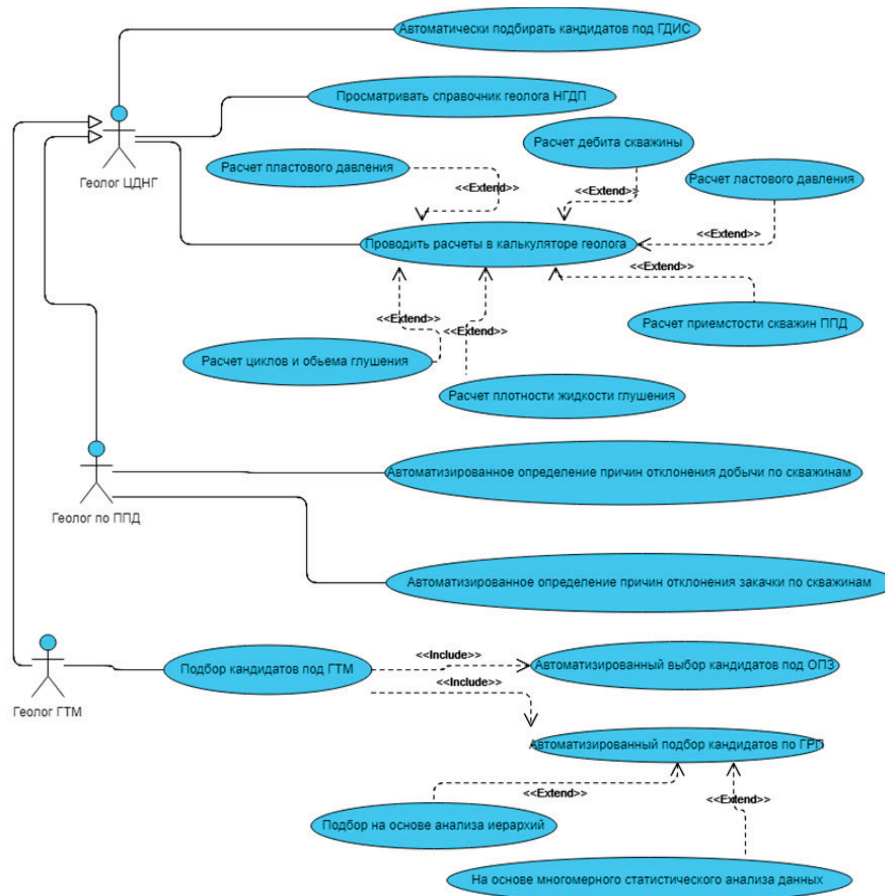


Рис. 8. Use-case диаграмма проекта

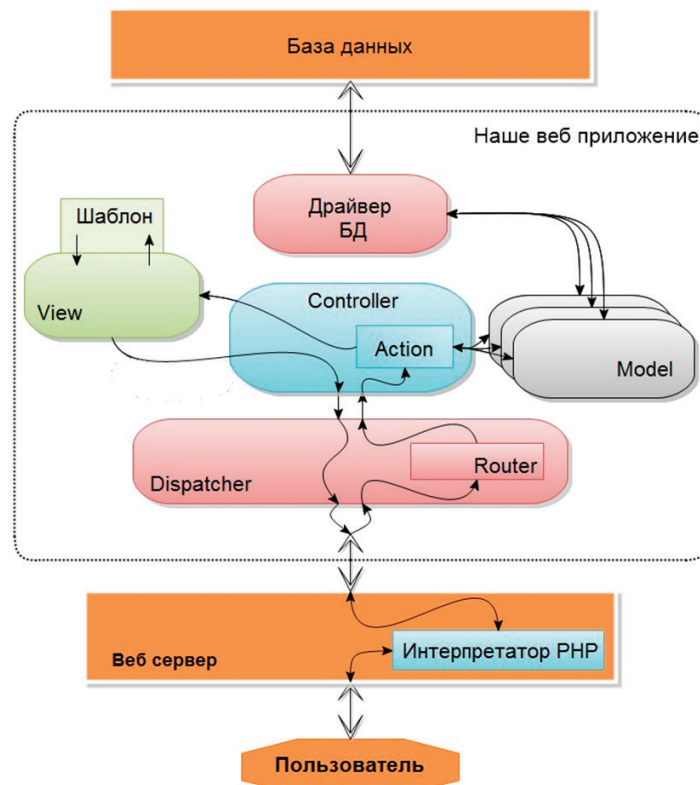


Рис. 9. Паттерн проектирования диаграммы классов MVC

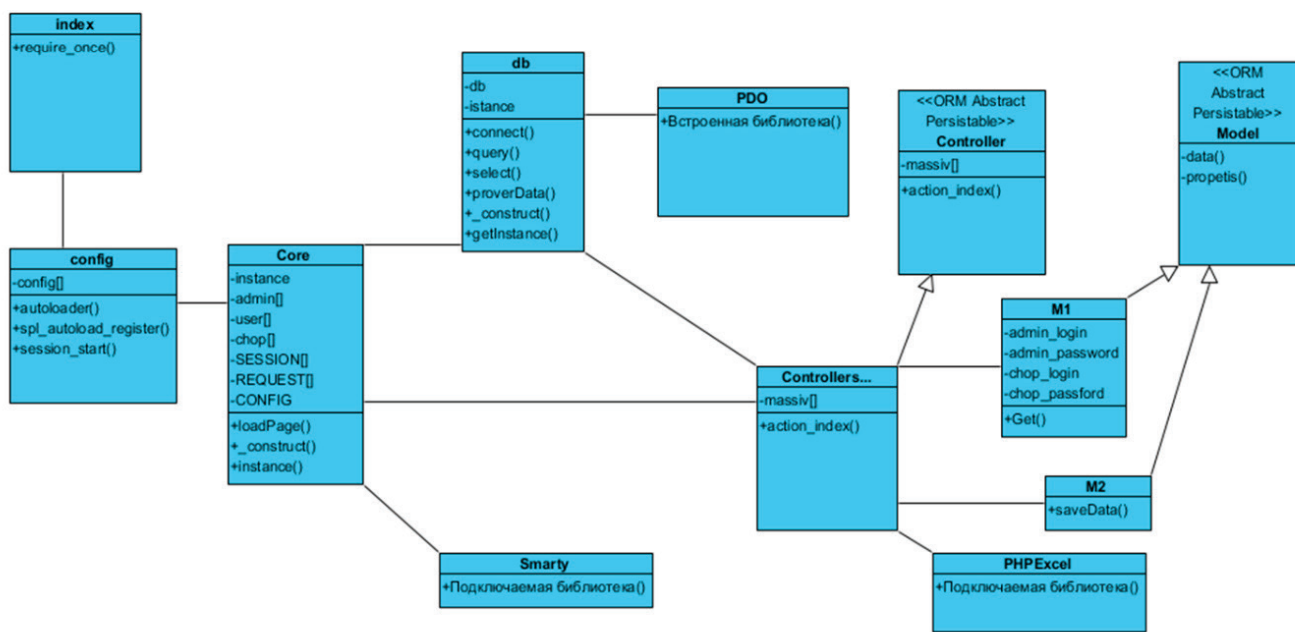


Рис. 10. Диаграмма классов проекта

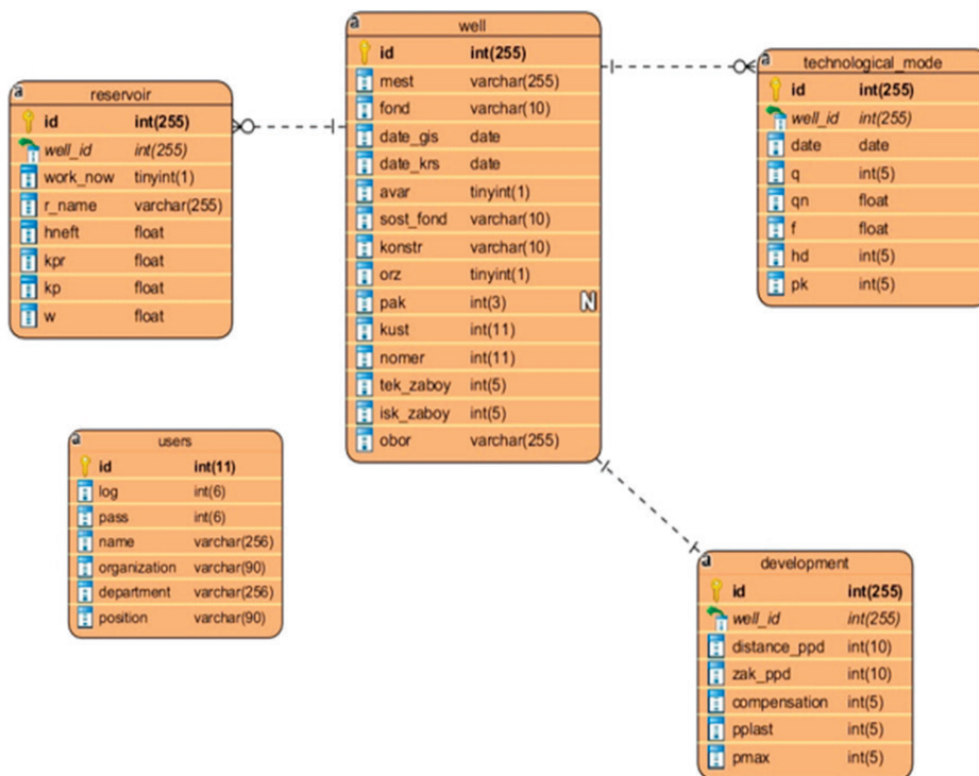


Рис. 11. ER-диаграмма БД проекта

5. Выбор технологии разработки ПО не имеет принципиального значения и производится исходя из функционально-технологических требований компании.

6. Тестирование разработанного программного обеспечения является одним из важнейших этапов создания информационной системы. В качестве примера произведём тестирование разработанного программного обеспечения для автоматизации работы геологических служб «АвтоГеолог».

Для входа в систему пользователю необходимо заполнить поля ввода формы авторизации, представленной на рисунке 12.

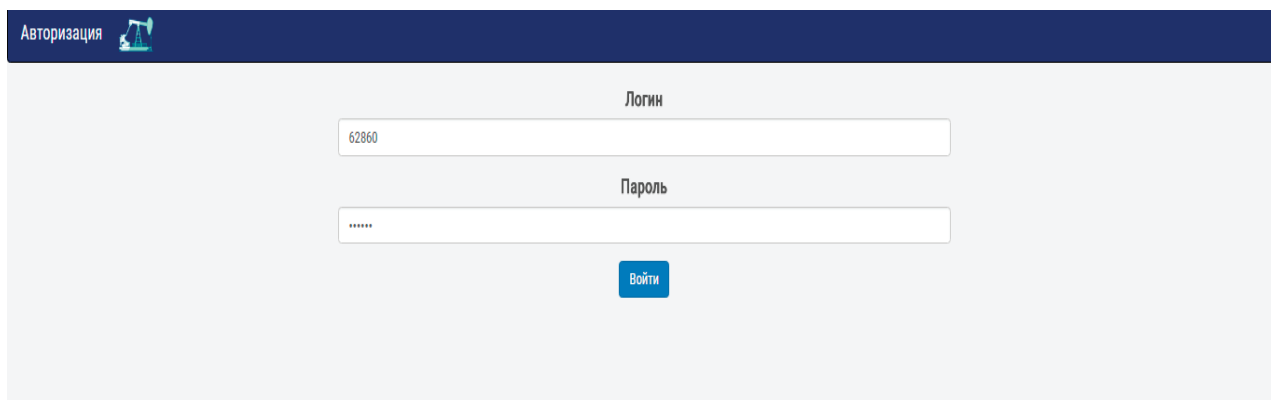


Рис. 12. Форма авторизации

В случае если данные были введены некорректно, неверно или поля формы не заполнены выдается соответствующее сообщения для пользователя. Пример всплывающего сообщения представлен на рисунке 13.

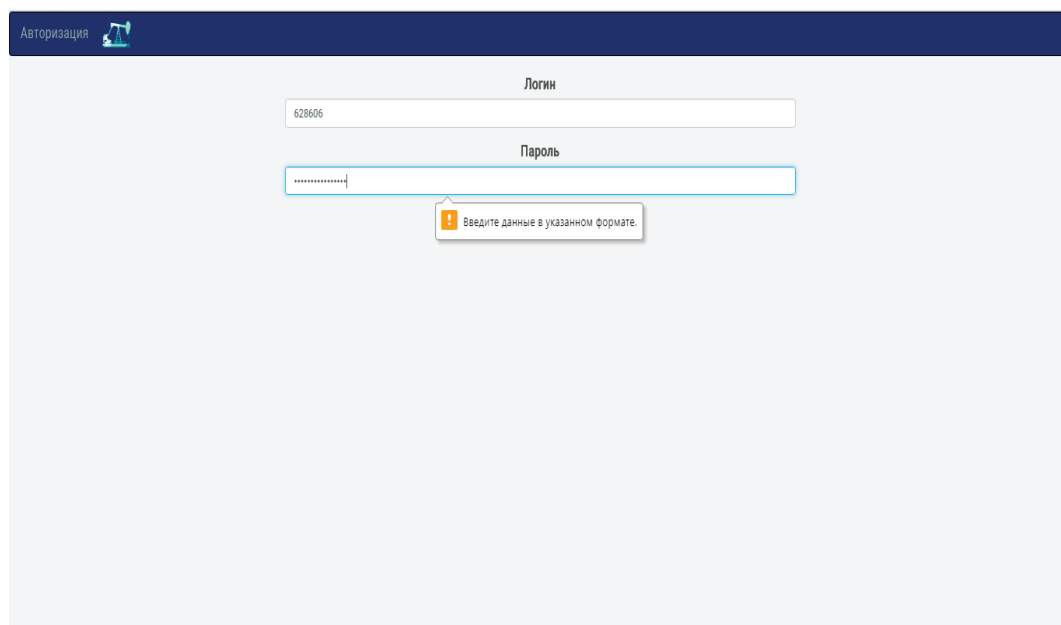


Рис. 13. Результат неудачной авторизации

В зависимости от категории пользователей после авторизации появляется различное меню, представленное на рисунке 14.

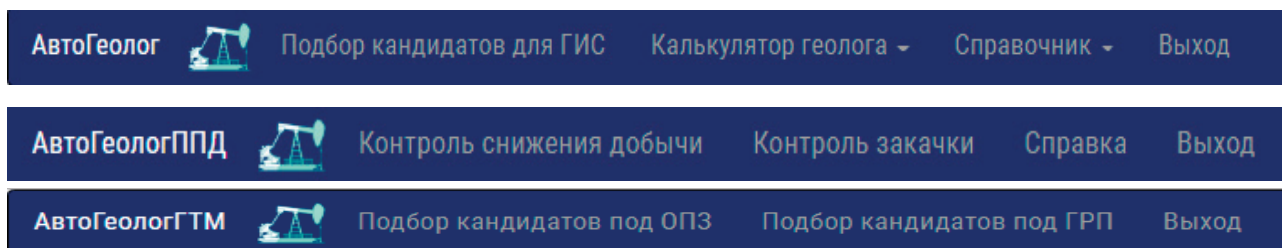


Рис. 14. Меню приложения: а) для промыслового геолога б) для геолога по ППД в) для геолога отдела реализации ГТМ

Далее был произведено тестирование каждого модуля программного продукта. Результат проведенного теста представлен на рисунках 15–17 и в таблице 2.

АвтоГеологГТМ  Подбор кандидатов под ОПЗ Подбор кандидатов под ГРП Выход


Автоматический подбор кандидатов под проведение ОПЗ

Месторождение:

Кандидаты под ОПЗ

Скважина	Куст	Месторождение	Примечание
343	4	'Северо-Кочевское'	Скважина рекомендована для проведения бесподходного ОПЗ
820	11	'Северо-Кочевское'	Скважина рекомендована для проведения бесподходного ОПЗ

Рис. 15. Результат подбора кандидатов под ОПЗ

АвтоГеологГТМ  Подбор кандидатов под ОПЗ Подбор кандидатов под ГРП Выход


Автоматический подбор кандидатов под проведение гидравлического разрыва пласта

Вид прогноза: Месторождение:

Кандидаты под ГРП

Скважина	Куст	Месторождение	Планируемый прирост дебита нефти т/сут
820	11	'Северо-Кочевское'	4.7206813275707
343	4	'Северо-Кочевское'	3.6300430240547

Рис. 16. Результат подбора кандидатов под ГРП с помощью многомерного канонического анализа данных

АвтоГеолог  Подбор кандидатов для ГИС Калькулятор геолога - Справочник - Выход

Автоматический подбор кандидатов под проведение промыслово-геофизических исследований

Вид исследования: Месторождение:

Кандидаты под ГИС

Скважина	Куст	Месторождение	Примечание
840	8	'Северо-Кочевское'	Скважина рекомендована ГИС согласно РД 153-39.0-072-01 ГИС производить малогабаритным прибором и на жестком кабеле

Кандидаты под ГИС(На которых необходимо предварительно провести доп.работы)

Скважина	Куст	Месторождение	Примечание
333	3	'Северо-Кочевское'	Пересыпан забой необходимо включить в график КРС ревизия компоновки ППД, нормализация забоя

Рис. 17. Результат подбора кандидатов под ГИС ПП и ТС

Таблица 2. Оценка тестирования разрабатываемых функций

Функция	Описание	Результат
Авторизация	Доступ к приложению только авторизованных пользователей. После ввода логина и заполнения пароля, пользователь заходит в систему под своей учётной записью.	Успешно
Подбор скважин под ГИС	После выбора вида исследования и месторождения производится подбор скважин кандидатов.	Успешно
Калькулятор геолога	После выбора типа расчета и заполнения данных производится точный расчет.	Успешно
Справочник геолога	Просмотр технологических регламентов с возможностью загрузки их в формате pdf. Просмотр глоссария промышленного геолога	Успешно
Автоматизированный подбор кандидатов под ГТМ	После выбора типа ГТМ, месторождения и способа подбора производится подбор скважин кандидатов.	Успешно
Определение причин снижения добычи нефти или отклонения в закачке рабочего агента в пласт	После выбора типа расчета и месторождения производится определения причин высокого темпа снижения добычи или отклонения закачки от установленного режима проскваженно.	Успешно

Проведенные испытания убедительно доказали корректность и устойчивость работы программного комплекса.

Литература:

1. Валеев Д. Р., Сабитов Р. Р. Методика принятия решений на основе многомерного статистического анализа для планирования ГРП объекта ЮВ1 Урьевского месторождения. // Сборник всероссийской с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Новые технологии — нефтегазовому региону». — г. Тюмень 2015 г.-371с.
2. Валеев Д. Р., Никонова Е. З. Оценка возможности автоматизации работы геологических служб нефтегазодобывающих предприятий путем разработки ПО на основе нечеткой логики. // International Journal of Advanced Studies. 2017. Т. 7. № 1–2. С. 25–30.
3. Вахрушев В. В. и др. Гидроразрыв пласта: внедрение и результаты, проблемы и решения. г. Тюмень, 2011. 204с.
4. Гузеев В. В., Поздняков А. А. Комплексный подход к анализу эффективности ГРП на месторождениях Западной Сибири. — Казань: Эко-центр, 2000. — 384 с
5. Демарчук В. В. Перспективы и направления реализации проектов «интеллектуальных» месторождений нефти и газа // Молодой ученый. — 2014. — № 19. — С. 284–289.
6. Доктор с. А., Королев Д. М., Сарапулов Н. П., Гильманов Р. Р., Катрич Н. М., Шушаков А. А., Зеленцов В. С. Подход к управлению механизированной добычей в рамках развития системы «Электронная Разработка Активов» // Нефтяное хозяйство. 2013. № 12. С. 70–72.
7. Дон Уолкотт, Разработка и управление месторождениями при заводнении: учебное пособие / Дон Уолкотт; пер. с англ. Ю. А. Наумов.-Москва: Юкос, 2001. — 144 с.
8. Дроздов А. Н., Хамидуллин Р. Д., Шестаков А. Д., Сарапулов Н. П., Хабибуллин Р. А. Информационная система «шахматка и техрежим» для повышения эффективности процессов нефтедобычи // Территория Нефтегаз. 2015. № 10. С. 34–41.
9. Ермолаева В. В., Батаев Р. В. Автоматизированные интеллектуальные системы и нечеткая логика // Молодой ученый. — 2016. — № 10. — С. 54–56.
10. Желтов, Ю. П. Разработка нефтяных месторождений: учебник / Ю. П. Желтов. — Москва: Недра, 1986. — 333 с.
11. Закиров с. Н., Индрупский И. М., Закиров Э. С. и др. Современные основы теории и практики разработки месторождений нефти и газа. Часть 2 // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. (электронный научный журнал). — <http://oilgasjournal.ru>
12. Закиров с. Н., Закиров Э. С., Индрупский И. М. Новые представления в 3D геологическом и гидродинамическом моделировании // Нефтяное хозяйство. — 2006. — № 1. — С. 34–41.
13. Закиров Э. С. Upscaling в 3D компьютерном моделировании. — М.: ЗАО «Книга и Бизнес», 2007. — 344 с.
14. Закревский К. Е. Геологическое 3D моделирование. — М.: ООО ИПЦ «Маска», 2009. — 376 с.
15. Ульман Л. Основы программирования на РНР. Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс, 2001. — 288 с.: ил. (Самоучитель).
16. Каневская Р. Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидроразрыва пласта. — Москва: Недра-Бизнесцентр, 1999. — 212с.

Разработка мобильного трекера с IoT системой для повышения эффективности работы с солнечной батареей

Тагаев Арсен Ильнурович, студент;
 Абдулзагиров Мурад Магомедович, студент;
 Коршунова Елена Дмитриевна, доктор экономических наук, профессор
 Московский государственный технологический университет «Станкин»



Солнечная энергетика имеет огромный потенциал, это было понятно еще с середины 20 века и в результате качественного скачка производственных возможностей и химической науки это стало более реальным, в основном благодаря повышению КПД солнечных элементов в начале 21 века с ~10% до ~23% в среднем по рынку. Постепенно солнечные электростанции становятся все более экономически окупаемыми, не последнюю роль в этом играет и снижение себестоимости производства литий-ионных аккумуляторов.

В результате чего спрос на солнечную энергетiku неуклонно растет, объём рынка увеличивается ежегодно на 35%. Также на окупаемость солнечных электростанций влияет наличие трекера, особенно в горных регионах или местностях, где рельеф местности образует на солнечных батареях тени, чтобы этого избежать следует использовать солнечный трекер.

Солнечный трекер — это устройство для ориентации солнечной фотоэлектрической панели, отражателя дневного освещения или концентрирующего солнечного отражателя или линзы к солнцу. Генерация солнечной энергии работает лучше всего, когда она направлена прямо на солнце, поэтому солнечный трекер может повысить эффективность такого оборудования в любом фиксированном положении. Солнечные панели должны быть перпендикулярны солнечным лучам для максимальной генерации энергии. Слежение солнечной панели за Солнцем позволит выработать больше электроэнергии, потому что она будет направлена всегда, как правило, под прямым углом на Солнце.

Отклонение от этого оптимального угла снизит эффективность выработки энергии из панелей. Несколько степеней смещения приведет только к потере энергии от 1% до 5%, в то время как большие углы от 10° до 20° значительно уменьшат

выработку энергии до 35% [1] [2]. Хотя эта потеря также зависит от материала и структуры защитного стекла, которое покрывает солнечную панель.

Трекеры с одной осью обычно используют полярное крепление для максимальной эффективности. У полярных трекеров одна ось выровнена примерно параллельно оси вращения земли вокруг севера и южные полюса. По сравнению с фиксированным креплением, один осевой трекер увеличивает выработку электроэнергии солнечной батареи примерно на 30%. Второй способ — двухосное крепление, где одна ось является вертикальной осью а вторая ось расположена горизонтально. Используя комбинация двух осей, панель всегда может быть направлена прямо на Солнце. Этот метод увеличивает выход на примерно 36% по сравнению со стационарными панелями [1], но он более энерго затратен, чем трекеры с одноосным направлением солнечной батареи.

Разрабатываемый трекер должен обладать следующими функциями:

1. Постоянно быть направленным на Солнце, в лучшем случае под прямым углом
2. Слежение за Солнцем, солнечной батареей должно проводится автономно, т.е. без ручного управления.
3. Удаленное управление и снятие показаний выработки электроэнергии солнечной батареи, за счет её подключения к трекеру. Также это даст возможность для расширения функций автономности с помощью подключения к большей системе, например «умный дом». Вмешательство оператора должно быть минимальным и ограничено только тогда, когда это действительно требуется.
4. Должен быть мобильным, что повышает его полезность, вследствие чего его конструкция была разработана для поворота только по одной оси — горизонтальной.

Составные компоненты разрабатываемой системы:

1. Солнечная батарея
2. Датчик освещенности (LDR, 2 шт.)
3. Сервопривод с редуктором (1 шт.)
4. Датчик температуры (1 шт.)
5. Модуль WSP ESP8266 (для связи со смартфоном по Wi-Fi, 1 шт.)
6. Микроконтроллер STM32 (Управление всей системой, а также измерение выходного напряжения солнечной батареи, 1 шт.)

Также в своей основе разрабатываемый трекер имеет складную конструкцию, две стойки съемные, из-за чего он выигрывает в мобильности. Поворот он осуществляет по одной оси — горизонтально. Направление поворота трекера задается за счет разницы показаний двух датчиков света.

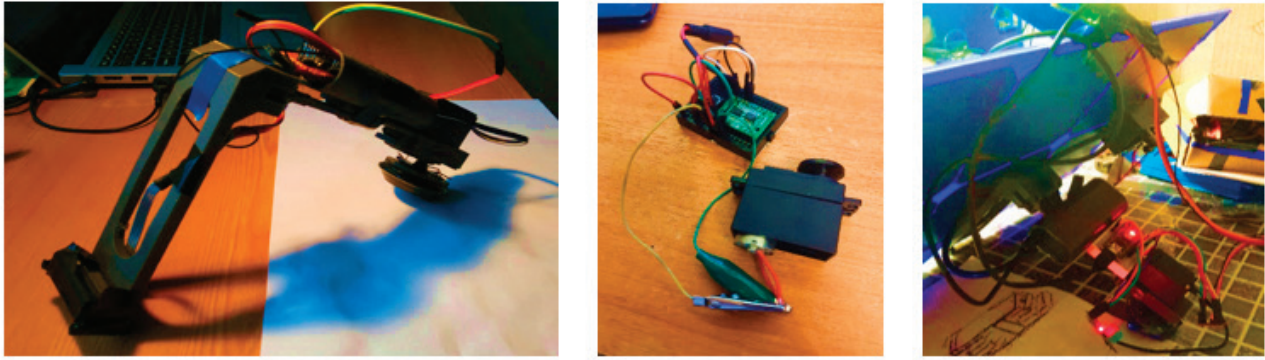


Рис. 1. Солнечный трекер (слева направо: общий вид, основная электроника — плата с STM32 и сервоприводом, вид сзади)

В данный момент подана заявка на получение патента промышленный образец (заявка № 2019503606), сейчас идет подготовка к подаче заявки на изобретение.

Далее был разработан первый прототип трекера и проведены первые эксперименты по передаче данных телеметрии солнечной батареи на смартфон (на котором уже было установ-

лено также, заранее разработанное приложение на языке Java). Далее планируется разработка приложения для полноценного взаимодействия с солнечными батареями/ электростанциями (его основными достоинствами планируются использование погодных API для прогнозирования выработки электроэнергии солнечными батареями.)



Рис. 2. Приложение на смартфоне которое может принимать данные о текущем состоянии солнечной батареи (TEMP — означает показания температуры, VOL — текущее напряжение, CURR — текущая сила тока)

Таким образом, механизмы по отслеживанию Солнца увеличивают выработку солнечных батарей. Как правило, система автоматического отслеживания Солнца обеспечивает максимальный прирост выработки электроэнергии независимо от региона. Поэтому это самая универсальная система, так как она может быть установлена где угодно, гарантируя высокий прирост энергии, также её можно масштабировать то есть исполь-

зовать для больших солнечных батарей. Микроконтроллер STM32 используется для контроля положения сервоприводов, который обеспечивает прерывистое движение от точки к точке. Автономность трекера обеспечивается за счет Wi-Fi модуля, который может подключаться к любому типу устройств, у которых есть модуль Wi-Fi, что делает систему надежной и наблюдаемой.

Литература:

1. Pulungan A. B. et al. Design and development of real time monitoring single axis solar tracker by using internet of things //International Journal.— 2020.— Т. 18.— № . 69.— С. 81–87.
2. Brito M. C. et al. Passive solar tracker based in the differential thermal expansion of vertical strips //Journal of Renewable and Sustainable Energy.— 2019.— Т. 11.— № . 4.— С. 043701.

МАТЕМАТИКА

Расстояние от точки до многогранника в пространстве

Ворончихин Егор Каренович, выпускник

Научный руководитель: Ворончихин Владимир Алексеевич, учитель математики
Лицей научно-инженерного профиля (г. Королев, Московская обл.)

В данной работе рассмотрена задача поиска минимального расстояния между многогранником и точкой, не лежащей внутри него. Предложен алгоритм решения этой задачи и способ его применения в 3D-моделировании.

Ключевые слова: многогранник, расстояние, алгоритм.

Введение

При реализации метода 3D-моделирования Ray Marching необходимым является определение минимального расстояния от некоторой точки до трехмерного объекта [1]. В данной статье предлагается алгоритм поиска такого расстояния от точки до выпуклого многогранника.

Математическая постановка задачи

Определение 1. Пусть дан выпуклый многогранник и точка вне его. Минимальным расстоянием от этой точки до данного многогранника назовем длину отрезка между указанной точкой и ближайшей к ней точкой, принадлежащей многограннику.

Задача. В трехмерном евклидовом пространстве найти минимальное расстояние от точки L с известными координатами до выпуклого многогранника Φ с известными координатами вершин.

Обозначения, используемые в статье

L и Φ — точка вне многогранника и многогранник соответственно, между которыми определяется минимальное расстояние;

(DEF) — плоскость, содержащая произвольные точки D, E, F , не лежащие на одной прямой;

$\rho(X, Y)$ — расстояние между объектами X и Y , каждый из которых может быть точкой, прямой или плоскостью;

$\rho_{\min}(L, \Phi)$ — минимальное расстояние между точкой L и выпуклым многогранником Φ ;

A_x, A_y, A_z — координаты точки A по осям x, y, z соответственно.

Алгоритм решения

Определим, какие из вершин многогранника Φ являются тремя ближайшими к L и назовем их A, B, C так, что $LA \leq LB \leq LC$

Проверим выполнение следующего условия:

1. Проекция точки L на (ABC) находится внутри треугольника ABC или на его границе

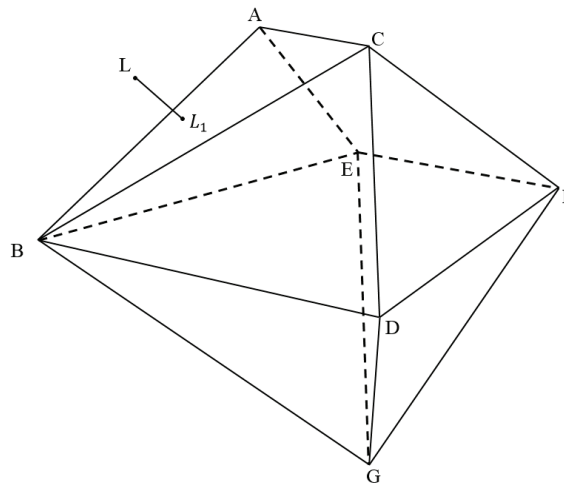


Рис. 1

Пусть L_1 — проекция L на плоскость (ABC) (рис. 1). Если она находится внутри треугольника ABC или на его границе, то выполнено равенство: $\rho_{min}(L, \Phi) = \rho(L, (ABC)) = LL_1$ (см. доказательство Теоремы 1). Для того, чтобы проверить выполнение этого условия, находим координаты точки L_1 .

Зная координаты точек A, B, C , составляем уравнение плоскости (ABC) и определяем координаты вектора нормали к ней. Используя координаты точки L и координаты направляющего вектора прямой LL_1 (являющегося вектором нормали (ABC)) составляем каноническое уравнение прямой LL_1 . Зная его и уравнение плоскости (ABC) определяем координаты точки L_1 , которая является точкой пересечения прямой LL_1 и (ABC) . Далее проверяем принадлежность точки L_1 треугольнику ABC . Метод проверки описан в статье [2]. При выполнении данного условия $\rho_{min}(L, \Phi) = \rho(L, (ABC)) = LL_1$. Находим его как расстояние между двумя точками в пространстве.

В случае невыполнения условия пункта 1, переходим к проверке следующего условия.

2. Проекция точки L на прямую AB принадлежит отрезку AB

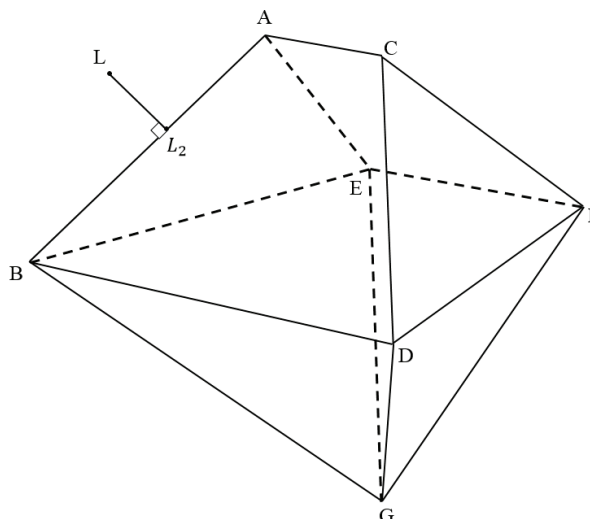


Рис. 2

Пусть L_2 — проекция L на прямую AB (рис. 2). Если L_2 принадлежит отрезку AB , то выполнено равенство: $\rho_{\min}(L, \Phi) = \rho(L, AB) = LL_2$ (см. доказательство Теоремы 2). Для проверки выполнения этого условия находим координаты точки L_2 .

Для этого определяем координаты вектора \overline{AB} , являющегося направляющим вектором прямой AB , и подставляем их в каноническое уравнение прямой AB . Далее составляем уравнение плоскости α , проходящей через точку L перпендикулярно прямой AB и находим координаты точки пересечения плоскости α с прямой AB , являющиеся координатами точки L_2 .

Если выполнена система неравенств:
$$\begin{cases} \min(A_x, B_x) \leq L_x \leq \max(A_x, B_x) \\ \min(A_y, B_y) \leq L_y \leq \max(A_y, B_y) \\ \min(A_z, B_z) \leq L_z \leq \max(A_z, B_z) \end{cases}$$
 то L_2 принадлежит отрезку AB .

При выполнении данного условия $\rho_{\min}(L, \Phi) = \rho(L, AB) = LL_2$. Находим его как расстояние между двумя точками в пространстве.

При невыполнении пунктов 1 и 2 (рис. 3) задача сводится к поиску расстояния между L и A , поскольку расстояние от L до Φ не является ни расстоянием от L до ближайшей грани Φ , ни расстоянием от L до ближайшего ребра Φ .

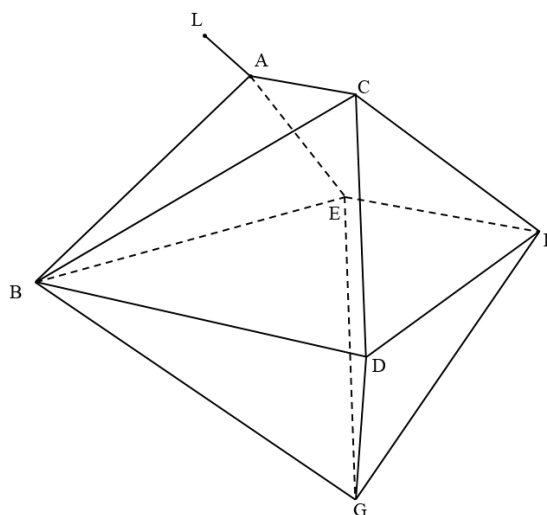


Рис. 3

Для проверки корректности данного алгоритма рассмотрим следующие теоремы.

Теорема 1. Минимальное расстояние от некоторой точки L , лежащей вне выпуклого многогранника, до этого многогранника равно расстоянию от L до ближайшей к ней грани этого многогранника тогда и только тогда, когда проекция точки L на плоскость, содержащую эту грань, принадлежит треугольнику, образованному тремя ближайшими к L вершинами многогранника.

Доказательство. Пусть A, B, C — ближайшие к L вершины многогранника Φ , при этом $LA \leq LB \leq LC$. Пусть L_1 — проекция точки L на (ABC) .

Пусть L_1 лежит принадлежит треугольнику ABC . Тогда L_1 — ближайшая к L точка треугольника ABC , поскольку LL_1 — высота пирамиды $LABC$. Поскольку треугольник ABC принадлежит ближайшей к L грани многогранника, то расстоянием от L до этой грани является длина отрезка LL_1 . Расстояние до ближайшей к L грани многогранника меньше, чем расстояние от L до любой другой грани многогранника, следовательно, длина отрезка LL_1 и есть минимальное расстояние от L до многогранника.

Пусть L_1 находится вне треугольника ABC . Следовательно, L_1 находится вне грани, которой принадлежит этот треугольник. Эта грань — единственная, принадлежащая плоскости (ABC) , поскольку многогранник выпуклый. Поэтому L_1 не принадлежит многограннику, следовательно, отрезок LL_1 не является минимальным расстоянием от L до многогранника.

Теорема 2. Минимальное расстояние от некоторой точки L , лежащей вне выпуклого многогранника, до этого многогранника равно расстоянию от L до ближайшего к ней ребра этого многогранника тогда и только тогда, когда проекция точки L на прямую, содержащую это ребро, принадлежит этому ребру, а проекция точки L на плоскость, образованную тремя ближайшими к L вершинами многогранника совпадает с проекцией L на ближайшее к ней ребро многогранника или лежит вне треугольника, образованного тремя ближайшими к L вершинами многогранника.

Доказательство. Пусть A, B, C — ближайшие к L вершины многогранника Φ , при этом $LA \leq LB \leq LC$; m — прямая, содержащая отрезок AB ; L_2 — проекция точки L на m ; L_1 — проекция точки L на (ABC) .

Пусть L_2 принадлежит отрезку AB , L_1 лежит вне треугольника ABC . Проведем плоскость β , содержащую m и не имеющую общих точек с двумя гранями многогранника, пересекающимися по ребру AB . Все точки многогранника, за исключением точек, принадлежащих ребру AB , будут находиться по другую сторону плоскости β относительно точки L , поэтому расстояние от L до любой точки многогранника будет больше, чем расстояние от L до β . Поскольку LL_2 и есть расстояние от L до β и L_2 принадлежит многограннику, длина отрезка LL_2 является минимальным расстоянием от L до многогранника.

Пусть L_2 принадлежит отрезку AB , L_1 совпадает с L_2 . В этом случае по теореме 1 минимальное расстояние от L до многогранника есть LL_1 . Поскольку L_1 совпадает с L_2 , LL_2 является минимальным расстоянием от L до многогранника.

Пусть L_2 не принадлежит отрезку AB . Отрезок AB — единственное ребро многогранника, принадлежащее m , поскольку многогранник выпуклый, следовательно, L_2 не принадлежит многограннику, и поэтому отрезок LL_2 не является минимальным расстоянием от L до многогранника.

Применение данного алгоритма

Ray Marching — одна из относительно новых технологий, используемых для рендеринга трехмерных сцен. При ее реализации для рендеринга непрозрачных объектов можно использовать поля расстояний со знаком, что позволит оптимизировать вычислительный процесс. Поле расстояния — это функция, определяющая расстояние от точки до поверхности объекта [3]. Вышеописанный метод может быть использован для определения минимальных расстояний до любых выпуклых многогранников.

Литература:

1. Ray Marching Distance Fields in Real-time on WebGL.— Текст: электронный // semanticscholar: [сайт].— URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/a964/750aa212bd490d258221bc9756e7e58c5317.pdf> (дата обращения: 18.07.2020).
2. Weisstein, Eric W. Triangle Interior.— Текст: электронный // mathworld: [сайт].— URL: <https://mathworld.wolfram.com/TriangleInterior.html> (дата обращения: 18.07.2020).
3. GPU Ray Marching of Distance Fields / J. T. Lukasz.— Текст: электронный // DTU.compute: [сайт].— URL: <http://www2.imm.dtu.dk/pubdb/edoc/imm6392.pdf> (дата обращения: 19.07.2020).

Биангулярная система координат

Дмитриевская Диана Игоревна, студент магистратуры
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

В данной статье исследуется биангулярная система координат, а также изучается её связь с другими координатами, а также рассматриваются примечания к данной системе координат. При написании работы были использованы методы математического анализа, аналитической геометрии, векторного и тензорного анализа.

Ключевые слова: биангулярные, система координат, методы, связи, отношения, функции, углы.

Biangular coordinate system

Dmitrievskaja Diana Igorevna, student
North-Caucasian Federal University (Stavropol)

This article explores the biangular coordinate system, as well as examines its relationship with other coordinates, and also discusses the notes to this coordinate system. When writing the work, the methods of mathematical analysis, analytical geometry, vector and tensor analysis were used.

Keywords: biangular, coordinate system, methods, connections, relationships, functions, angles.

Системы координат — это методы описания местоположения точек в пространстве. Двумя самыми популярными системами в двух измерениях являются декартовы (или прямоугольные) координаты и полярные координаты. Первая описывает координату, используя две точки (x и y), а последняя полагается на одну точку и один угол (r и θ). Естественным преимуществом другой системы является то, что каждое местоположение (точка P) определяется с использованием двух углов, φ и θ . Эта система представляет собой биангулярную систему координат (рис. 1) [1].

Рассмотрю две точки $A=(0,0)$ и $B=(1,0)$ в плоскости xy . Назову эти точки полюсами и ось X проведенную через A и B — полярной осью. $(\theta, \varphi)_b$ означает биангулярные координаты точки P , образованной через пересечение двух лучей в точке P , один выходит из точки A под углом θ (измеряется против часовой стрелки) от полярной оси AB , а другой луч — от точки B под углом φ (измеряется по часовой стрелке) от полярной оси AB [2].

Попробуйте сами, держа руки вертикально вверх перед собой и позволяя локтям быть полюсами (рис. 2). Держа локти на месте, двигайте предплечьями в плоскости параллельно к фронтальной части тела. Ваши предплечья представляют собой лучи от полюсов, каждые из которых создают угол, один из точки A и один из точки B , и пересечение этих лучей является биангулярной координатой или точкой P , описываемой этими углами — левая рука образует угол, θ , с горизонталью от точки A , а правая рука образует угол, φ , с горизонталью от точки B .

Держите свои предплечья горизонтально, т. е. $\theta=0$ и $\varphi=0$ (рис. 2), а затем увеличивайте углы в одном темпе. Какая кривая описывается пересечениями ваших рук? [3]

Затем начните с горизонтально расположенного левого предплечья, $\theta=0$, а правое предплечье вертикально, $\varphi=90$ (рис. 3). Уменьшайте угол φ с той же скоростью, что и увеличиваете θ . Какая кривая описывается пересечением предплечий в этот раз? Вы «чувствуете» или «видите» $\varphi=90-\theta$?

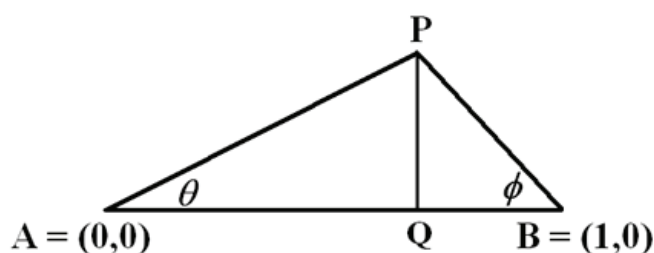


Рис. 1. Биангулярные координаты

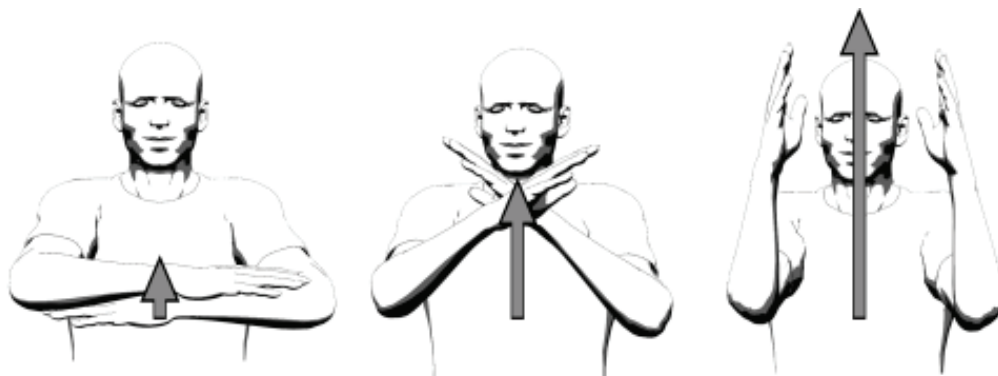


Рис. 2. Движения руками как биангулярные связи $\varphi = \theta$.



Рис. 3. Движения руками как биангулярные связи $\varphi = \frac{\pi}{2} - \theta$

Изучение биангулярных координат имеет интересную историю, предлагает изучающим ее богатую атмосферу, в которой изучаются тригонометрия, геометрия и функции, а также позволяет задать вопросы «что если» и обнаруживать закономерности, отношения и связи, а также приводит к их пониманию.

Примечание к вычислениям в биангулярной системе. Для начала нужно преобразовать биангулярные координаты $(\theta, \varphi)_b$ в прямоугольные координаты. Рисунок (4) демонстрирует, как найти прямоугольные координаты точки $P = (\theta, \varphi)_b$: $x = x(\theta, \varphi)$ — длина отрезка AQ , $1 - x(\theta, \varphi)$ — длина отрезка QB , а $y = y(\theta, \varphi)$ — длина линейного сегмента QP . Точка P находится на пересечении лучей выходящих из A и B .

Если у меня есть отношения между φ и θ и скажем $\varphi = f(\theta) = \theta + 2$ или $F(\theta, \varphi) = ctg(\theta) + ctg(\varphi) - 1 = 0$, такую функцию или отношение называют биангаларным соотношением, и полученный график всех точек P определяется с помощью построения графика биангулярной связи [4].

При изучении биангулярных координат и биангулярных связей в качестве вводного действия остается определение прямоугольных координат $P = (\theta, \varphi)_b$. Обычно эта проблема решается так. Опускается перпендикуляр от P до точки Q на полярной оси AB . В левом треугольнике APQ , $tg(\theta) = |PQ|/|AQ|$, и в правом треугольнике BPQ : $tg(\varphi) = |PQ|/|BQ|$. Теперь, решая эти уравнения для $|AQ|$ и $|BQ|$, а затем упрощая и используя тригонометрическое тождество для $\sin(\theta + \varphi)$, получаем прямоугольное представление для точки $P = (\theta, \varphi)_b$:

$$P = \left(\frac{\cos(\theta) \sin(\varphi)}{\sin(\theta + \varphi)}, \frac{\sin(\theta) \sin(\varphi)}{\sin(\theta + \varphi)} \right)$$

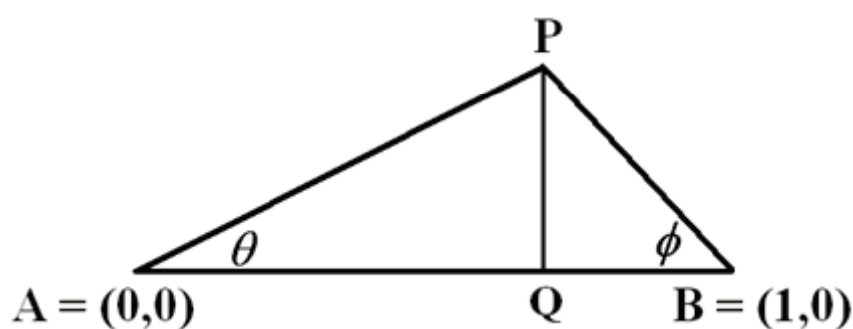


Рис. 4. Определение прямоугольных координат точки P, заданных биангулярными координатами

Скажем, для построения конкретной биангулярной связи $\varphi = f(\theta)$ или $F(\theta, \varphi) = 0$, мы используем параметрическую сюжетную процедуру для биангулярной функции или неявное построение графика для биангулярной связи, которое не является функцией.

Вывод. Биангулярные координаты изящно описывают некоторые кривые, представления которых неуклюжи в других системах. Однако ценность их исследования заключается не столько в том, что эта система может выполнить, сколько в том, что она может рассказать нам о формах, функциях и системах координат в целом. Исследование биангулярных координат захватывает дух и дает радость математического открытия и изучения, поскольку эта система приятна и свежа в использовании.

Литература:

1. Baeumler H. W. Биангулярные координаты / H. W. Baeumler, M. A. Thesis // University of Buffalo, 1950.
2. Biggin T. О биангулярных координатах и расширении системы в трехмерном пространстве // Quarterly Journal of Pure and Applied Mathematics. 25 (1891) 237–258.
3. Carnot L. N. M. Geomretreie de Position / L. N. M. Carnot, J. B. M. Dupart // Paris, 1803.
4. Nelson D. Bipolar coordinates and plotters // PRIMUS, 4 (1994) 77–83.
5. Walton W. О биангулярных координатах // Q. J. of Pure and App. Math., 9 (1868) 47–57.

ФИЗИКА

Организация устройства приема и передачи информации по оптическому каналу при помощи использования лазерного излучения малой мощности

Березина Анастасия Александровна (г. Санкт-Петербург)

В настоящей статье освещены вопросы реализации программной и аппаратной части простого устройства передачи информации по открытому оптическому каналу посредством использования направленного лазерного луча.

Ключевые слова: передача информации, лазерное излучение, программный алгоритм, широтно-импульсная модуляция, устройство приема, фотодиод.

При наличии требований об отсутствии проложения множества информационных проводников между общающимися элементами какой-либо технической системы, или в условиях, где избыточные проводные соединения способны оказывать негативное воздействие на работу устройства приема-передающего тракта, применение метода организации беспроводной передачи информации может являться эффективным решением.

Беспроводная передача информации может быть организована различными способами, из которых наибольшее применение нашли передачи форматов Bluetooth и Wi-Fi, основным недостатком которых могут являться невысокие помехоустойчивость и степень защищенности информационного канала [1]. Также, множество устройств работают на радиочастотах, используемых для этих технологий, что приводит к снижению скорости передачи информации. Эти недостатки исключает способ применения инфракрасного канала, в свою очередь обладающего недостатком приема-передачи на малые расстояния.

Одним из способов беспроводной передачи информации, не использующим радиодиапазон и, соответственно, исключаящим недостатки описанных выше, может являться способ передачи информации по оптическому каналу при помощи использования направленного лазерного излучения.

1. Общая структура приема и передачи информации при помощи лазера

Устройство приема и передачи информации лазерным излучением включает в себя электронно-вычислительную машину (ЭВМ) оператора, лазерный луч с управляемой микроконтроллером широтно-импульсной модуляцией, устройство приема на основе фотодиодов и устройство вывода полученных данных. Общая структурная схема устройства приема-передающего информационного тракта, организованного при помощи лазерного излучения приведена на рисунке 1.

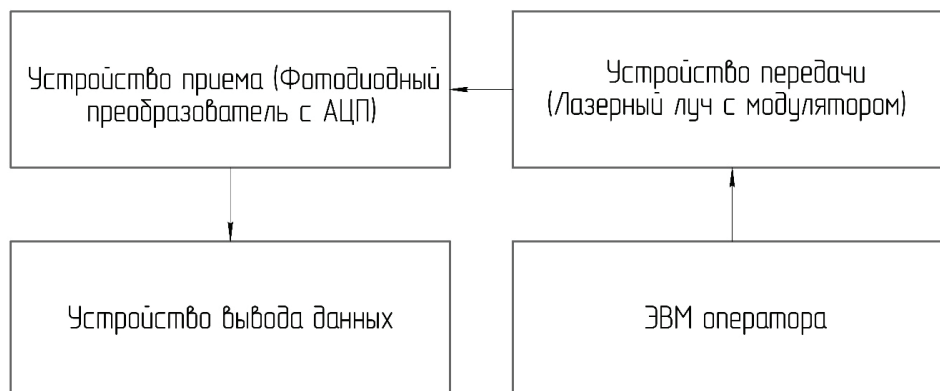


Рис. 1. Общая структурная схема устройства приема-передающего информационного тракта, организованного при помощи лазерного излучения

Оператор формирует массив данных, содержащий необходимую к передаче информацию, в виде двоичного кода, поступающего на логические выходы микроконтроллера с широтно-импульсной модуляцией, являющейся основой управления излучением блока модуляции. Далее, модулированный лазерный луч, интерпретируемый заданной последо-

вательностью, приходит парциальными пакетами на поверхность фотодиодов, выводы которых подключаются к АЦП устройства приема, после чего, принятая информация поступает на устройство вывода данных. Общий схематичный вид такой передачи приведен на рисунке 2 в виде упрощенной модели.

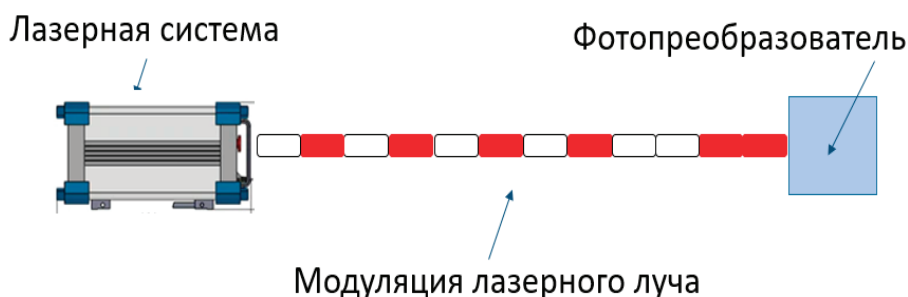


Рис. 2. Общий схематичный вид прямо-передачи в виде упрощенной модели

2. Программно-аппаратная реализация модуляции лазерного луча

Аппаратная реализация модуляции лазерного излучения обусловлена работой каскада электрической схемы силового тактирующего ключа на основе N-канального полевого транзистора, проиллюстрированного на рисунке 3.

Напряжение питания, приходящее с выходов источника на сток N-канального транзистора, подается на вход лазерного излучателя с временными задержками, дублируемыми частотами управляющего сигнала, приходящего с микроконтроллера на затвор. Важнейшей характеристикой транзистора, в данном режиме работы, является сопротивление его открытого канала, что очень важно учитывать при выборе модели транзистора [2].

Достаточно простой алгоритм временных задержек, определяемый информацией в виде двоичного кода и представляющий из себя простой набор двух команд считывания логических нуля и единицы, может быть реализован практически в любой среде программирования микроконтроллерных устройств. В рамках написания данной статьи были использованы популярная среда разработки «Arduino IDE» и соответствующая отладочная аппаратная платформа «Arduino Uno» на базе микроконтроллера ATmega328. Листинг простого про-

граммного алгоритма, способствующего передаче информации за счет регулирования величины модуляции лазера представлен на рисунке 4.

В алгоритме, листинг которого проиллюстрирован на рисунке 4, в качестве порта с ШИМ-модуляцией использовался 9 порт платы Arduino Uno, а в качестве временной задержки был выбран интервал в 250 мсек.

Заключение

Передача информации по оптическому каналу с использованием направленного лазерного излучения может являться оптимальным решением в условиях, где необходимо передавать информацию на немалые расстояния, при собственной помехозащищенности и надежности канала связи. Примером подобных условий, может являться космическое пространство, где к конструкции секторов антенны управляемой формы, помимо приема информации и корректной работы, предъявляются требования минимизировать собственную массу, что обеспечивается исключением большого количества проводов. В настоящей статье, на примере упрощенного представления, был освещен метод организации прямо-передающего тракта по оптическому каналу с использованием лазерного луча.

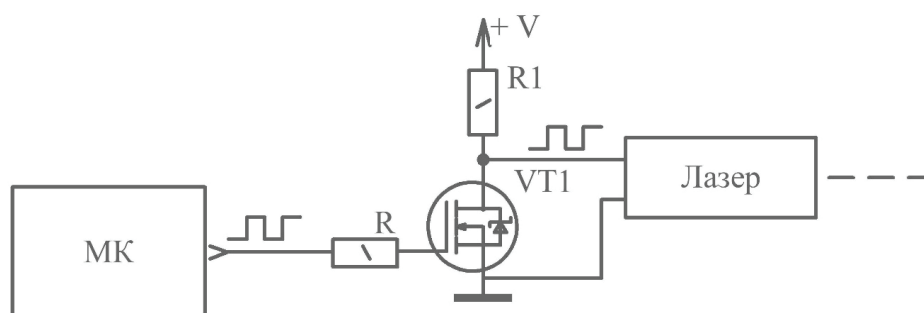


Рис. 3. Каскад электрической схемы силового тактирующего ключа на основе N-канального полевого транзистора

```
int A = 9;
const int dl = 250;

void setup () {
  pinMode(9, OUTPUT);
}
void loop () {

  digitalWrite(9, HIGH);
  delay(dl);

  digitalWrite(9, LOW);
  delay(dl);
}
```

Рис. 4. Листинг программного алгоритма, способствующего передаче информации за счет регулирования модуляции лазера

Литература:

1. Беспроводные технологии [Электронный ресурс] // Wikipedia: Свободная общедоступная мультиязычная универсальная интернет — энциклопедия [сайт]. [2015]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
2. Ключ на полевых транзисторах [Электронный ресурс] // Chipinfo.pro [сайт]. [2017] URL: <https://chipinfo.pro>

Механизм движения поезда на магнитах и батарейке

Васильев Дмитрий Владиславович, выпускник

Научный руководитель: Кузнецов Андрей Борисович, учитель физики

МБОУ «Средняя школа № 1 с углубленным изучением физики и математики имени А. П. Завенягина» г. Норильска

В данной статье описывается причина движения поезда, состоящего из двух неодимовых магнитов и пальчиковой батарейки и погруженного в виток плотно намотанной проволоки, а также теоретически находится сила тяги и ее зависимость от характеристик такого поезда. Данный механизм вы можете увидеть в соответствующих роликах в интернете или собрать сами.

Ключевые слова: магнит, силовая линия, индукция магнитного поля, катушка (соленоид)

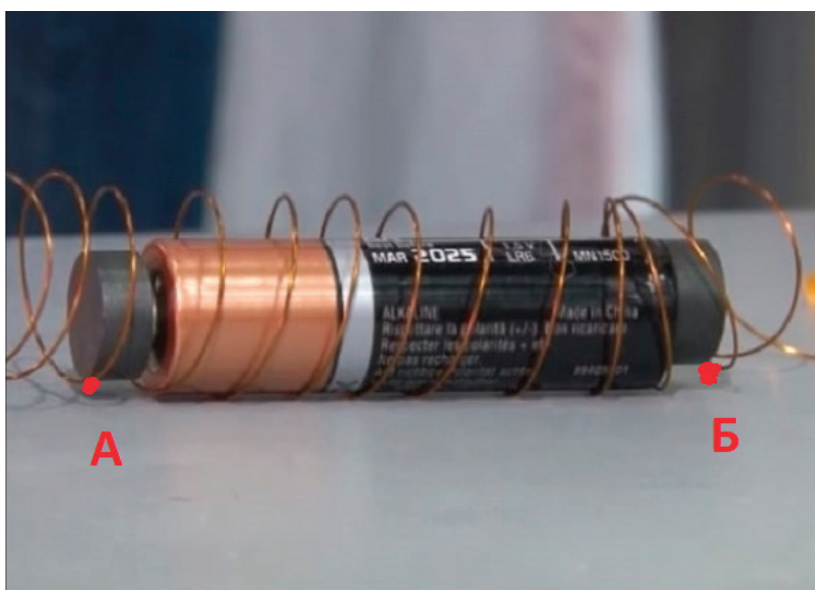


Введение

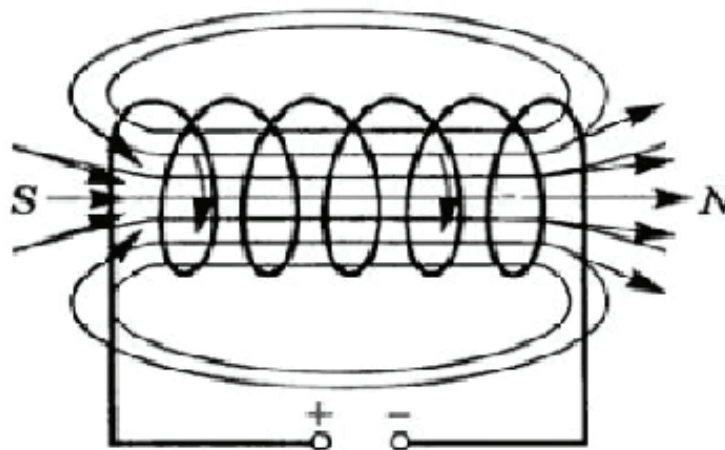
Если у вас под рукой окажется моток медной проволоки, обыкновенная пальчиковая батарейка и вместе с ними два неодимовых магнита, вы будете в состоянии изготовить занимательную установку. Присоединив с двух сторон к батарейке магниты и поместив все это в виток проволоки, вы увидите, что батарейка придет в движение. В своем исследовании я решил описать механизм движения такого поезда, теоретически разобраться в факторах, влияющих на его силу тяги. В ходе работы не проводилось экспериментов, способных эмпирически подтвердить полученные закономерности. С предыдущими работами, посвященными данной тематике, автор не знаком.

Основная часть

Начнем с описания причин движения: главной причиной движения является то, что материал, из которого изготовлены магниты — проводник. В результате, по всем виткам, заключенным между местами контакта магнита и проволоки (точки А и Б на рис.), начинает течь ток. Между ними образуется катушка.



Рассмотрим подробнее магнитное поле такой катушки. В рамках данной модели, проволока намотано плотно, значит поле внутри нее можно считать однородным. Но за пределами точек А и Б ток не течет, следовательно там поле перестает быть однородным, силовые линии расходятся, а индукция магнитного поля убывает.



Именно расхождение линий индукции поля вне катушки является причиной возникновения силы тяги, направленной вдоль оси симметрии катушки. Подробнее на этом остановимся позже. Таким образом, магнитное поле выталкивает из катушки пе-

редний магнит, а задний наоборот втягивает в нее. Наш поезд доезжает до следующего витка, происходит новый контакт магнита и витков, возникает новая катушка. Если предположить, что поезд движется быстро, то есть время, за которое магнит «переподключается» к проволоке мало, можно считать, что на него действует постоянная сила тяги.

Найдем ее значение. Пусть индукция магнитного поля на оси симметрии катушки определяется выражением:

$$B_x = \frac{\mu_0 NI}{2L} \left(\frac{L+x}{\sqrt{(L+x)^2 + R^2}} - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) \tag{1}$$

Где:

μ_0 — магнитная постоянная

N — количество витков между точками А и Б

L — расстояние между точками А и Б

I — ток, протекающий в катушке

R — радиус витков

x — расстояние до рассматриваемой точки, причем, $x > 0$ вне соленоида, $x < 0$ внутри соленоида

Выясним, какой ток I протекает по виткам. Будем считать индуктивность катушки крайне малой. Здесь возможно два случая:

1) Проволока не замкнута в круг, тогда ток течет строго внутри участка АБ, и его значение:

$$I = \frac{E}{R_{AB}}$$

Где:

E — ЭДС батарейки

R_{AB} — сопротивление участка АБ

$$R_{AB} = 2\pi RR_0 N$$

Где:

R_0 — сопротивление одного метра взятой проволоки

Окончательно получаем:

$$I = \frac{E}{2\pi RR_0 N} \tag{2}$$

2) Проволока замкнута в круг, тогда мы рассматриваем случаи, когда длина внешней части проволоки много больше L , значит ее сопротивление много больше R_{AB} , и током по внешнему участку можно пренебречь.

Вернемся к уравнению (1). Так как в нашей модели проволока намотана плотно, но в ней имеется расстояние между витками, воспользуемся допущением, что $x < 10^{-2} м$ и $x^2 < 10^{-4} м^2$. Значит x^2 пренебрежимо малая величина по сравнению с R^2, L^2 и $2Lx$. С учетом этого перепишем (1) в виде:

$$B_x = \frac{\mu_0 NI}{2L} \left(\frac{L+x}{\sqrt{2Lx + R^2 + L^2}} - \frac{x}{R} \right) \tag{3}$$

Рассмотрим малый цилиндрический объем высотой dx радиусом R за пределами катушки (рис. 1).

Тогда зная, что магнитный поток через любую замкнутую поверхность равен нулю, получим:

$$B_x \pi R^2 = (B_x + dB_x) \pi R^2 + 2\pi R B_y dx$$

Или

$$-\frac{dB_x}{dx} \frac{R}{2} = B_y \tag{4}$$

Где:

B_x — проекция \vec{B} на ось x

B_y — проекция \vec{B} на ось y

Тогда, проинтегрировав (3) и подставив результат в (4), получим зависимость B_y от x :

$$B_{y(x)} = \frac{\mu_0 NIR}{4L} \left(\frac{1}{R} + \frac{L(L+x)}{(L^2 + R^2 + 2Lx)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{(L^2 + R^2 + 2Lx)^{\frac{1}{2}}} \right) \tag{5}$$

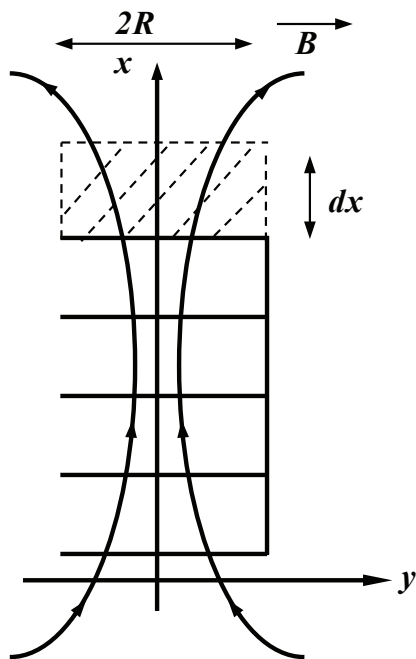


Рис. 1

Теперь, зная эту зависимость, мы можем определить силу, действующую на магнит. Для этого мысленно представим вместо магнита катушку длиной a , радиусом r и индукцией B_0 у торцов. Все эти характеристики такие же, как и у магнита. Применим (1) для этой катушки:

$$B_0 = \frac{\mu_0 k i}{2} \left(\frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}} \right)$$

Или

$$i = \frac{2B_0 \sqrt{a^2 + r^2}}{k a \mu_0} \tag{6}$$

Где:

k — частота намотки ($\frac{N}{a}$)

i — ток текущий в этой катушке

Пусть наш магнит выдвинулся за пределы катушки на расстояние dx , значит там же оказалось $\frac{k}{a} dx$ витков (рис. 2).

На каждый виток действует сила ампера и в сумме на все витки действует сила:

$$dF = 2\pi r i B_{y(x)} \frac{k}{a} dx$$

С учетом (2), (6) и (5):

$$dF = \frac{r B_0 E \sqrt{a^2 + r^2}}{2 a L R_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{L(L+x)}{(R^2 + L^2 + 2Lx)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{\sqrt{L^2 + R^2 + 2Lx}} \right) dx$$

$$F = \frac{r B_0 E \sqrt{a^2 + r^2}}{2 a L R_0} \int_0^s \left(\frac{1}{R} + \frac{L(L+x)}{(R^2 + L^2 + 2Lx)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{\sqrt{L^2 + R^2 + 2Lx}} \right) dx$$

Где:

s — расстояние между соседними витками

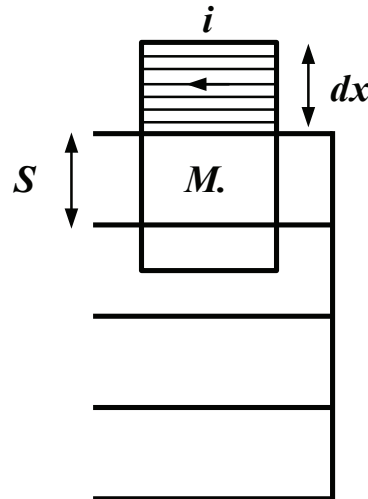


Рис. 2

Таким образом, искомая сила равна:

$$F = \frac{B_0 r}{2L} \frac{E}{R_0} \sqrt{1 + \frac{r^2}{a^2}} \left(\frac{s}{R} + \frac{L}{\sqrt{L^2 + R^2}} - \frac{L+S}{\sqrt{2LS + L^2 + R^2}} \right)$$

Но, как уже говорилось, магнитное поле выталкивает один магнит и вталкивает другой. Эти два процесса абсолютно симметричны, а значит, сила тяги поезда равна:

$$F_T = 2F$$

Или

$$F_T = \frac{B_0 r}{L} \frac{E}{R_0} \sqrt{1 + \frac{r^2}{a^2}} \left(\frac{s}{R} + \frac{L}{\sqrt{L^2 + R^2}} - \frac{L+S}{\sqrt{2LS + L^2 + R^2}} \right)$$

Выводы

Анализ данного уравнения показывает, что сила тяги прямо пропорциональна ЭДС батарейки и индукции у торцов магнитов, а также она обратно пропорциональна удельному сопротивлению проволоки и сложным образом зависит от геометрии обмотки и магнитов. Причиной возникновения силы тяги является расхождение силовых линий магнитного поля, создаваемого током в обмотке.

Заключение

Вопрос анализа зависимости силы тяги от всех геометрических свойств данной установки остается открытым.

Литература:

1. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики. 2 том электричество и магнетизм / Г. С. Ландсберг. — 16-е изд. — Москва: Физматлит, 2017. — 487 с. — Текст: непосредственный.
2. Зельдович, Я. Б. Высшая математика для начинающих / Я. Б. Зельдович. — 7-е изд. — Москва: Физматлит, 2017. — 518 с. — Текст: непосредственный.
3. Изучение магнитного поля соленоида. — Текст: электронный // gorbatyi.ru: [сайт]. — URL: (дата обращения: 23.07.2020).

Молниевая активность, связанная с извержением вулкана Эйяфьядлаёкюдль в 2010 году

Попыкина Алена Петровна, студент

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского

Рассматривается явление вулканических молний при извержении вулкана в Исландии в 2010 году. Проводится анализ радарных данных для определения молниевой активности в области предполагаемого распространения вулканического пепла.

Ключевые слова: вулканическая молния, извержение вулкана, Исландия.

Введение

20 марта 2010 года началось извержение вулкана Эйяфьядлайёкюдль, Исландия. По данным Global Volcanism Program [1], это извержение было самым мощным в истории исландского вулкана, индекс вулканической активности VEI = 4, характер такого извержения — катастрофический. Вторая фаза извержения с активным выбросом пепла началась 13 апреля около 23:00 UTC и продолжалась, по некоторым данным, до 23 мая, по другим — до октября 2010 г.

Известно, что загрязнение атмосферы может усиливать молниевую активность над поверхностью земли (так называемая грязная гроза). При извержении вулкана происходят огромные выбросы пепла, поэтому мы предположили возрастание количества молний в областях, куда ветром отнесло пепел, по сравнению с количеством разрядов в обычные годы. Изучением этого явления в 2010 г. занимались также [2] и [3]. Мы попробуем проанализировать распространение облака пепла, оценить его влияние на молниевую активность, а также сравнить полученные данные с результатами указанных работ.

Методы и результаты

За период с 10 апреля по 31 мая 2010 г. системой WWLLN (World Wide Lightning Location Network) было зафиксировано 66 вспышек молнии в ближайшей окрестности вулкана (обозначен чёрным маркером на рисунках): от 62.6° до 64.6° с.ш. и от 20.6° до 18.6° з.д.

В работе [2] проводились измерения электрических характеристик распространяемых облаков пепла. Там же описан механизм их дополнительной зарядки при перемещении в пространстве и зарядки при извержении. И в [2], и в [3] отмечают, что заряд облака пепла, скорее всего, не мог сохраниться в нём от самого извержения, так как измерения проводились на очень большом расстоянии от кратера. Время попадания пепла в эту область пространства гораздо больше времени релаксации заряда.

Посмотрим, куда облако пепла могло быть принесено ветром, и что это за собой повлекло. Пепел при извержении в апреле 2010 г. поднимался на высоту более 10 километров и попадал в стратосферу. Это обеспечило его перенос на значительные расстояния. Дневник погоды [4] даёт нам следу-

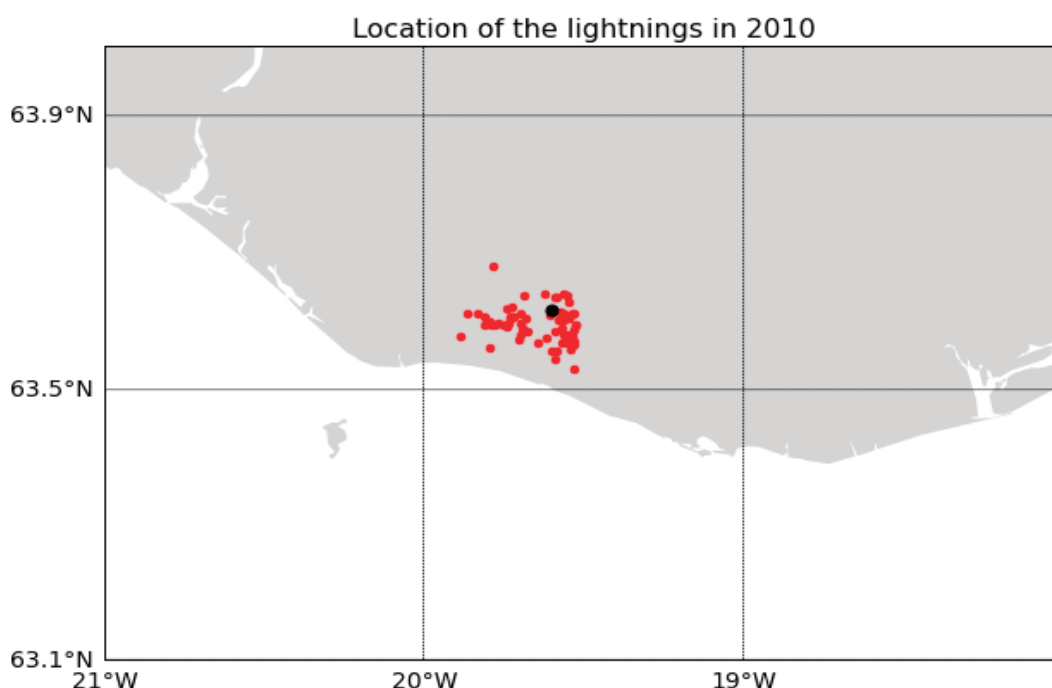


Рис. 1. Вспышки молнии вблизи вулкана весной 2010 г.

ющие сведения: направление ветра от западного до юго-западного, скорость 8–15 м/с в первые дни извержения. Исходя из этого рассмотрим модель распространения пепла в секторе 45° (от направления на восток до направления на северо-восток) со средней скоростью 10 м/с.

Ожидается, что в этом секторе будут найдены молнии, вызванные загрязнением атмосферы. Будем считать, что в рассматриваемый промежуток времени пепел извергается непрерывно, и всё пространство сектора заполнено пеплом после того, как его прошла передняя граница облака.

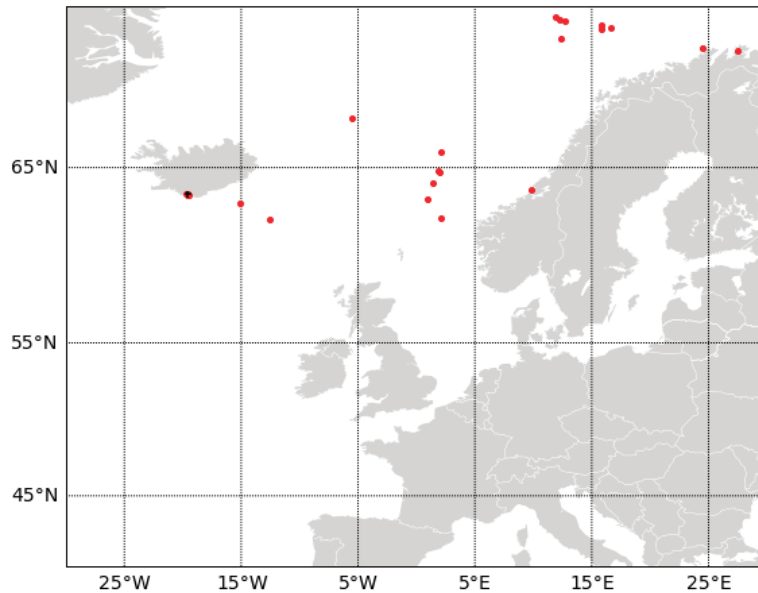


Рис. 2

На рисунке 2 представлены молнии, подходящие под заданные условия. Рассматривался период 14–20 апреля 2010 года, чтобы понять, что происходило во время активной фазы извержения, а также пока распространение пепла ещё можно попытаться описать нашей моделью. Кроме того, 17–18 апреля извержение продолжалось, но высота столба пепла оценива-

лась в 8–8,5 км [1], что означает прекращение попадания изверженного материала в стратосферу.

На этом рисунке приведены найденные 25 молний в период 14–20 апреля, которые, по нашей модели, могли быть связаны с облаком пепла, унесённым ветром, и следовательно, являются вулканическими.

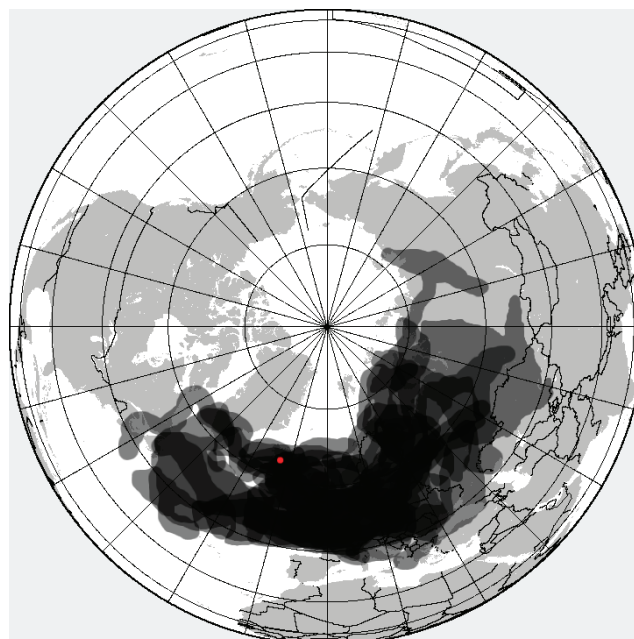


Рис. 3. Фактическое распространение пепла в атмосфере весной 2010 г.

Сравним этот результат с данными по реальному движению пепла, зафиксированному спутниками (Wikipedia, Met Office UK). На рисунке 3 показано, какие области покрывал пепел 14–25 апреля 2010 года, по данным Met Office UK (изображение взято из статьи [5])

Отметим, что рассмотренные молнии, скорее всего, относятся к вулканическим: на рисунке 3 видно, что пепел находился и в исследованной области. Однако предположение о движении облака строго по ветру оказалось ошибочно. Это связано с тем, что рассмотренные данные о погоде недостаточно точные: направление ветра было известно с точностью до одного дня, могло меняться и приведено для ветра у поверхности земли, а не в стратосфере. Также влияет на результат и то,

что данные о погоде соответствуют не области около вулкана, а городу Вестманнаэйяр в 40 км юго-западнее вулкана.

Заключение

В работе на основе данных WWLLN мы показали, что в области извержения вулкана и в области распространения пепла появляются молнии, не свойственные для этого региона в это время года. Была проверена гипотеза распространения облака по направлению ветра, определённого в непосредственной близости от вулкана. Модель оказалась слишком сильно упрощённой, и для сравнения далее были взяты спутниковые данные о загрязнении атмосферы продуктами извержения.

Литература:

1. Eyjafjallajökull, Eruptive History. — Текст: электронный // Global Volcanism Program: [сайт]. — URL: <http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=372020> (дата обращения: 23.04.2020)
2. Harrison R. G. Self-charging of the Eyjafjallajökull volcanic ash plume / Harrison R.G, Nicoll K. A., Ulanowski Z., Mather T. A. // Environ. Res. Lett. — 2010. — 5024004
3. Bennett A. J. Monitoring of lightning from the April–May 2010 Eyjafjallajökull volcanic eruption using a very low frequency lightning location network / Bennett A. J., Odams P., Edwards D. and Arason Þ. // Environ. Res. Lett. — 2010. — 5044013
4. Дневник погоды г. Вестманнаэйяр. — Текст: электронный // Gismeteo: [сайт]. — URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/1056/2010/4/> (дата обращения: 23.04.2020).
5. Air travel disruption after the 2010 Eyjafjallajökull eruption. — Текст: электронный // Wikipedia: [сайт]. — URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Air_travel_disruption_after_the_2010_Eyjafjallajökull_eruption (дата обращения: 23.04.2020)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Разработка распределённой информационной системы для организации игр по страйкболу с применением GPS-мониторинга

Власов Виктор Антонович, студент

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермский филиал

Данная статья демонстрирует поэтапную разработку программного продукта, которая включает в себя: анализ предметной области страйкбола, обзор и исследование существующих решений, проектирование программного продукта на основе составленных требований, описание инструментов и технологий, использованных в ходе разработки и подведение итогов. Статья может заинтересовать программистов, страйкболистов и студентов, которые хотят узнать о способах разработки и применения социальных приложений для организации игр, GPS-трекинга для командования боем и исследовании эффективности использования таких систем по отношению к текущим способам организации и проведения игр.

Ключевые слова: страйкбол, GPS, онлайн-игры, командные военно-тактические игры, разработка приложений с распределённой архитектурой, iOS, мобильные приложения.

Введение. Страйкбол (англ. Airsoft) — это командная тактическая военно-спортивная игра, в ходе которой участники используют страйкбольное пневматическое оружие, стреляющее пластмассовыми шарами. Игры проводятся на открытых и закрытых полигонах среди сформировавшихся команд и одиночек. Численность участников игры может варьироваться от 50 до 3000 одновременно. Страйкбол является официальным видом спорта по приказу Минспорта «О включении страйкбола во Всероссийский реестр признанных видов спорта», который был подписан 14 мая 2018 года, а в каждом крупном городе существует федерация и большое количество команд.

Многие страйкболисты являются «выходцами» из сообщества геймеров компьютерных игр, в которых имеется богатый исторический опыт по правильной разработке и организации проведения командных онлайн-игр. Игроки имеют свои личные страницы, на которых они могут демонстрировать свои достижения, принадлежность к какому-либо клану или команде, снаряжение, статистику полезных действий и проведенных игр. На таких площадках удобно организовано создание и проведение игр, приглашение игроков, с последующей автоматической системой подведения итогов прошедшего матча. Во время игрового процесса на мониторах игроков работает мини-карта, на которой игрок, команда, организатор или командир могут видеть расположение своих союзников, других игроков если это предусматривает сценарий или уровень доступа наблюдателя, точки, которые являются целями текущего режима игры и другую полезную в бою информацию.

На данный момент страйкбольное сообщество для представления правил, регламента, организации игр и регистрации команд в большей мере использует социальные сети, которые

не предоставляют всех инструментов, подходящих для этой предметной области, и не могут правильно выполнять поставленные перед организаторами задачи [1]. На самих играх участники и организаторы используют или напечатанные заранее карты, или мобильные приложения с GPS-трекингом, со стандартными картами без специальных функций, помогающих лучше и быстрее командному блоку и союзникам взаимодействовать, понимать поставленные задачи, видеть цели и принимать тактические маневры.

Идея данной статьи заключается в том, чтобы объединить существующие возможности компьютерных командных онлайн-игр и информационно-организационную структуру социальных сетей для их последующего использования в страйкболе.

Предметная область. Игрок (рис. 1). В соответствии с документом «Правила проведения страйкбольных игр и мероприятий, организованных Федерацией страйкбола Пермского края», игроком является лицо, достигшее 18 лет, имеющее при себе обязательный минимально необходимый для игры комплект снаряжения и имеющий допуск на мероприятие [2]. Игрок должен иметь специальный позывной, являющийся его уникальным идентификатором для быстрого понимания адреса сообщения при обращении через рацию или коммуникации незнакомых между собой игроков и команд.

Команда (рис. 2). В соответствии с тем же документом страйкбольной командой признается добровольное объединение от 5 и более единообразно (внутри своей команды) одетых игроков, имеющее название и командира (представителя), являющегося совершеннолетним (18 лет и более) полностью право — и дееспособным лицами [2]. Главной



Рис. 1. Игрок с минимально необходимым комплектом снаряжения



Рис. 2. Команды FAD и Спектр с флагами

отличительной чертой команды является ее камуфляж и однообразное снаряжение. Большинство команд условно делят на две стороны: темную и светлую. За светлой стороной закрепляются команды, которые в основном вооружении и снаряжении используют российские образцы. За темной, соответ-

ственно, команды использующие образцы вооружения стран блока НАТО.

В ходе подробного исследования **видов мероприятий и игр** были собраны их значимые характеристики на таблице 1 [3, 4, 5, 6].

Таблица 1. Категории игр и мероприятий

Вид мероприятия	Полигон	Количество участников	Время в часах	Особенности
Тренировка	Крытый, открытый, маленький или средний размер	10–100	2–6	Командные, смешанные, целевые
Большие игры	Открытый, большой размер	300–3000	24–60	Применение крупной техники, разбивка лагерей, сложный сценарий
СQB ¹	Крытый	до 50	2–6	Бой в закрытом пространстве с простейшим сценарием с быстрыми раундами по 5–20 минут
СталкерСтрайк	Открытый, большой размер	100–500	24–60	Множество сторон (фракций), ролевые инструменты и правила, множество специальных локаций, техники, устройств. Подробный, нелинейный сценарий, с большим количеством обособленных задач
Приватные игры	Крытый, открытый, маленький или средний размер	до 100	Любое	Многие параметры определяются лично организаторами. Нет публичной регистрации, команды приглашаются организаторами в личном порядке. Разнообразный сценарий.
Воскресные игры	Открытый, среднего размера	60–500	10–24	Возможно применение мелкой техники, простой сценарий
MilSim ² игры	Открытый, большой размер	40–150	24–60	Применение техники, сложного сценария, навигации и специализированных устройств

Проектирование архитектуры разрабатываемой системы. Скомбинировав архитектуры систем социальных сетей

и GPS-позиционирования, спроектируем и изобразим архитектуру, подходящую для нашего продукта на рисунке 3.

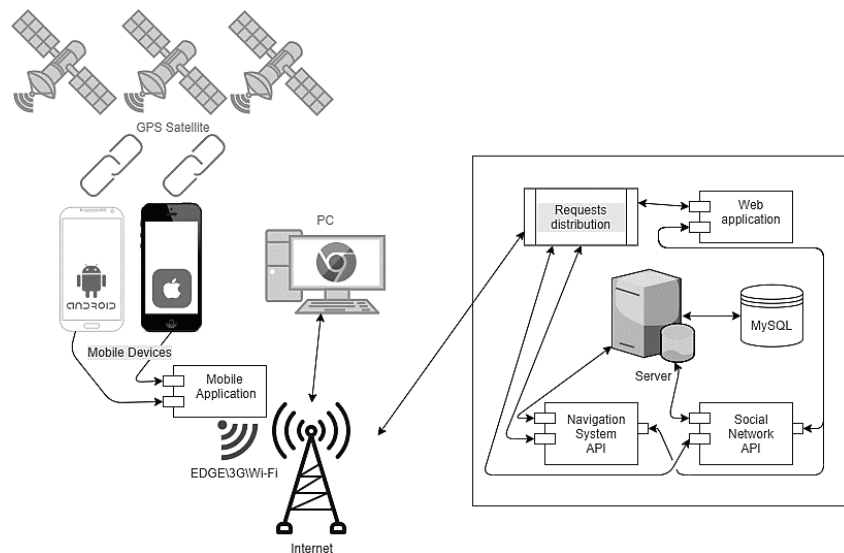


Рис. 3. Архитектура разрабатываемого программного продукта

Данные с GPS спутников поступают на мобильные устройства и передаются в мобильное приложение. С помощью сети интернет, приложение отправляет запрос с данными на сервер,

где их «встречает» программа-распределить. Request Distribution определяет тип запроса и направляет его для обработки дальше, правильному получателю. В случае если это геолокаци-

¹ CQB (Close Quarters Battle) — это бой в ограниченном пространстве

² MilSim (аббревиатура от Military Simulation) — страйкбольное мероприятие с модифицированными правилами для максимального ролевого приближения к реальным боевым действиям

онные данные, он отдает их на обработку программному блоку Navigation System API, который в свою очередь обрабатывает полученный запрос и отправляет или «достает» данные в\из базу данных. Если же мы взаимодействуем с мобильным приложением используя функции социальной сети, запрос передается службе Social Network API, а дальше, согласно схеме, снова к базе данных и обратно. Если пользователь использует систему через браузер, то Request Distribution отправит запрос сначала

в Web-приложение, затем оно обработает Front-end запрос. Если пользователь работал с картой, то приложение будет взаимодействовать с Navigation System API, а если с социальными функциями — выполнит необходимую бизнес-логику и передаст его на Back-end сервису Social Network API, который отправит или достанет нужные данные из\в хранилища.

Разработка. Сервер расположен на машине с установленной операционной системой macOS Catalina и встро-

```

fetch_object())
{
    // Add each row into our results array
    $tempArray = $row;
    array_push($resultArray, $tempArray);
}

// Finally, encode the array to JSON and output the results
echo json_encode($resultArray);
}

// Close connections
mysqli_close($con);
?>
    
```

Рис. 4. Метод запроса данных в формате JSON

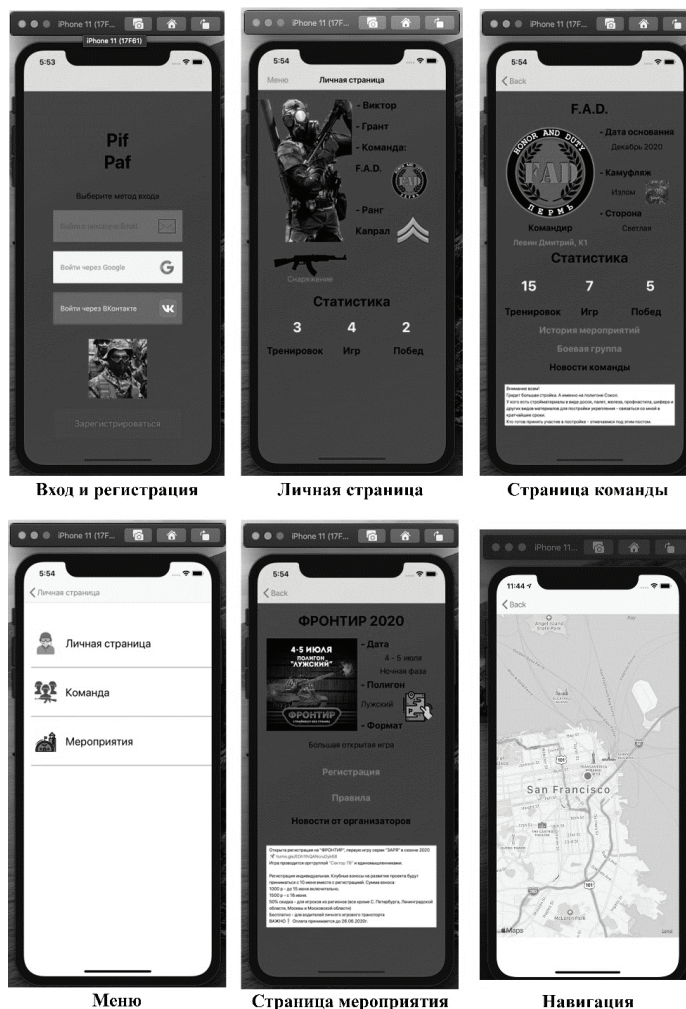


Рис. 5. Интерфейс разработанного приложения

енный веб-сервером Apache. В качестве экземпляра базы данных использовался зарекомендовавший себя MySQL. Создание и контроль производились через систему управления MySQL Workbench, а администрирование через phpMyAdmin. Для взаимодействия приложения и базы данных, на веб-сервере было разработано собственное API. Для этого использовалась среда разработки PhpStorm и язык PHP. Один из методов запроса данных в формате JSON вы можете видеть на рисунке 4.

Главной частью системы стало мобильное iOS приложение, реализующее интерфейс для пользователя. Оно разрабатывалось в среде разработки Xcode, на языке Swift. Интерфейс спроектирован с помощью встроенного инструмента Storyboard. При разработке использовался подход Model-View-Controller. На рисунке 5 вы можете наблюдать интерфейс и реализацию страниц входа, регистрации, профиль игрока, команды и стра-

ницу мероприятия с возможностью перейти на интерактивную карту. Для реализации геолокационных функций использовались библиотеки MapKit и Core Location. Для тестирования использовались встроенные в Xcode модульные тесты и тесты пользовательского интерфейса [7].

Заключение. Практическая значимость статьи заключается в возможности использования разработанного программного продукта для оценки его страйкбольным сообществом по параметрам: качество проводимых игр, вовлеченность людей которым интересны военно-тактические игры, упрощение взаимодействия игроков между друг другом до, в и после игры, их осведомленности о достижениях коллег «по цеху» и возможности внедрения новых игровых механик и сценариев игр. Данные результаты докажут или опровергнут необходимость разработки полноценной системы такого формата и создадут для этого все необходимые условия.

Литература:

1. Федерация страйкбола Пермского края.— Текст: электронный // ВКонтакте: [сайт].— URL: <https://vk.com/fas59com> (дата обращения: 24.05.2020).
2. Правила проведения страйкбольных игр и мероприятий организованных «Федерация страйкбола пермского края». — Текст: электронный // ВКонтакте: [сайт].— URL: https://vk.com/doc-53458552_497428777?hash=1b71619931e0720d43&dl=e45643d21f8992d3a6 (дата обращения: 24.05.2020).
3. Воскресные игры в Перми.— Текст: электронный // ВКонтакте: [сайт].— URL: https://vk.com/fspk_voskresky (дата обращения: 24.05.2020).
4. CQB Турнир «Гладиатор». — Текст: электронный // ВКонтакте: [сайт].— URL: <https://vk.com/gladiator2020> (дата обращения: 24.05.2020).
5. Ролевая игра с элементами страйкбола. — Текст: электронный // ВКонтакте: [сайт].— URL: <https://vk.com/permstalker> (дата обращения: 24.07.2020).
6. MilSim мероприятие «Грозовой перевал-4. Охота на ISAF». — Текст: электронный // ВКонтакте: [сайт].— URL: <https://vk.com/gr4fad> (дата обращения: 24.05.2020).
7. Плаксин, М. А. Тестирование и отладка программ для профессионалов будущих и настоящих / М. А. Плаксин. — 3-е изд. — 2015: Лаборатория знаний, 2015. — 167 с. — Текст: непосредственный.

Биометрические технологии: перспективы и угрозы

Ижунинов Михаил Александрович, студент

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

В статье рассмотрена российская цифровая платформа для идентификации граждан — единая биометрическая система: краткая история идеи, её применение в банковской сфере, преимущества и недостатки. Проанализированы основные виды биометрических данных, алгоритм сбора, возможные угрозы.

Ключевые слова: биометрическая система, банковская сфера, идентификация, биологические признаки, кибербезопасность.

Каждому человеку с рождения присущи свои определенные внешние биологические признаки. К ним относятся те особенности, которые делают человека уникальным, это отпечатки пальцев, рисунок радужной оболочки глаза, строение вен и другие. Все вместе эти признаки называются биометрическими данными, а операции, которые осуществляются с их использованием — биометрические технологии [1]. Одна из новейших разработок по защите информации и системе иден-

тификации на сегодняшний день это единая биометрическая система (ЕБС).

С 2018 года в России в силу вступил закон о биометрической идентификации. С этого момента во многих отделениях различных банков на территории страны стал вестись сбор данных, который размещается в Единой биометрической системе (ЕБС) [1]. При этом данная услуга предоставляется только в порядке согласия со стороны лица, проходящего реги-

страцию, а биометрические образцы представляют собой сбор данных о голосе и лице. Например, в отделении сбербанка предлагается пройти биометрическую идентификацию в таком порядке (рисунок 1):



Рис. 1. Процесс регистрации в ЕБС

В последующем, обращаясь в другие банки, клиент, который разрешил запись своих данных, может получать услуги любого другого банка дистанционно, такие как

Удаление биометрических данных производится бесплатно, при соблюдении следующих условий [6]:

- посещение банка, указанного на сайте ЕБС;
- предъявление удостоверения личности или СНИЛСа;
- открытие счета (если он отсутствует);
- регистрация на сайте Госуслуг и в Единой системе идентификации и аутентификации (ЕСИА).

Однако преимущества данной системы также очень заинтересовали киберпреступников. Благодаря доверию со стороны клиентов и авторитетности банков, часто возникают ситуации, в которых сбережения подвергаются потенциальным рискам, связанным с отсутствием бдительности с обеих сторон. Хотя биометрические данные могут быть похищены и использованы в корыстных целях не только в банковской сфере.

У биометрической идентификации есть особенности, которые отличают её от привычной пары логин/пароль или «безопасной» двухфакторной аутентификации, это:

1. Публичность биометрических данных. При желании можно найти эти данные через ЕБС для любого человека, зарегистрированного в системе и использовать их для идентификации.
2. Полностью отсутствует возможность подмены данных (фотографии, голоса, отпечатков пальцев).

Благодаря биометрическим данным идентификация человека проходит практически со 100% вероятностью, но не равной ей. Система допускает тот момент, что человек может измениться внешне в силу различных обстоятельств, что повлечет его несовпадение с исходником, сохраненным в базе. Однако, на узнавание влияет только кардинальные изменения внешности, при том охриплый голос и линзы в глазах не будут являться препятствием для идентификации. В ЕБС используется множество параметров голоса и лица.

По той же причине система будет отличать друг от друга близнецов: на помощь визуальному «опознанию» придет голосовое.

1) на цифровой носитель осуществляется фотография лица клиента банка;

2) производится запись голоса в систему — человек произносит цифры от 1 до 9 в микрофон, данные заносятся в систему.

На сегодняшний день киберпреступная среда разрабатывает различные способы обхода и обмана систем биометрической идентификации. Каждый год в программе конференции по информационной безопасности BlackHat неизменно присутствуют доклады, связанные с уязвимостями биометрии [2], но практически не встречается выступлений, посвящённых разработке методов защиты.

Основной проблемой, которая угрожает сохранности и целостности данных, является фальсификация, утечка и кража, многократный сбор биометрических данных различными организациями от одного человека.

Чтобы биометрические системы не принимали фотографии и маски за людей, в них используется технология выявления «живости» — livenessdetection — набор различных проверок, которые позволяют определить, что перед камерой находится живой человек, а не его маска или фотография. Но данная технология неидеальна. В представленном на Black Hat 2019 докладе «Biometric Authentication Under Threat: Liveness Detection Hacking» сообщается об успешном обходе liveness detection [3].

Точность идентификации должна обеспечиваться рядом требований, которые следует соблюдать при процессе сбора и регистрации данных. Например, в идеале помещение, в котором будет производиться запись, должно быть достаточно освещено, а также должны отсутствовать посторонние шумы. Но в условиях банка такие требования соблюдать очень проблематично, поэтому были разработаны специальные шумоподавляющие системы записи голоса, а также оборудование, способное делать качественную фотографию в достаточно затенённом помещении.

Некоторые банки начали вводить собственные системы до того, как полностью запустили ЕБС. Поэтому многим клиентам приходилось сдавать свои данные повторно, вследствие чего возрос риск утечки данных, связанных:

- 1) с большим числом повторений взятия данных, и как следствие, возможность со стороны мошенников использовать этот момент в своих корыстных целях;

2) с частыми утечками биометрической информации, связанных с большим количеством каналов хранения данных.

В биометрической системе информация о пользователе хранится в виде массива чисел, который и представляет собой биометрическую модель. Из принципа построения модели имеются важные следствия [5]:

1. Использовать данные, похищенные из одной биометрической системы для обмана другой, вряд ли получится из-за разных алгоритмов.

2. Обмануть систему с помощью похищенных из неё данных тоже не получится — для идентификации требуется предъявление фотографии или аудиозаписи, по которой уже будет проведено построение модели и сравнение с эталоном. Даже если база хранит не только биометрические модели, но и фото и аудио, по которым они построены, обмануть систему с их помощью «в лоб» нельзя: алгоритмы проверки на «живость» считают ложными результаты с полным совпадением дескрипторов. Ввиду неиспытанности правового поля в данной отрасли и только пополняющейся базы прецедентов, первой, кто дополнил основные уложения оказания платежных услуг, стала Европейская комиссия.

Вступившая в действие 14 сентября 2019 года директива PSD2 требует от банков внедрения многофакторной аутентификации для обеспечения безопасности удалённых транзакций,

выполняемых по любому каналу. Это означает обязательное использование двух или трёх компонентов [4]:

1) знания — определенной информации, известной только пользователю, например, пароля или контрольного вопроса;

2) владения — определенного устройства, которое имеется только у пользователя, например, телефона или токена;

3) уникальности — чего-то неотъемлемого, присущего пользователю и однозначно идентифицирующего личность (биометрические данные). Эти три элемента должны быть независимыми так, чтобы компрометация одного элемента не влияла на надёжность других (такие случаи участились в банковской сфере). Данные требования также можно расценивать базовым стандартом при обмене информацией в настоящее время для обеспечения ее безопасности.

Таким образом, с распространением и удешевлением технологий биометрической идентификации другие методы отходят на второй план, что и ухудшает безопасность данных. Желательно использовать биометрическую идентификацию в редких случаях и не в качестве основного средства защиты.

Если же без биометрической идентификации никак не обойтись, необходимо использовать её совместно с многофакторной аутентификацией, чтобы хотя бы частично снизить риски утери и кражи данных.

Литература:

1. Константин Белый. Биометрические данные и банки [Электронный ресурс] // Финансовый гений: сайт о личных финансах / URL: <http://fingeniy.com/biometricheskiedannye-i-banki/>. (дата обращения: 19.06.2020)
2. Александр Табернакулов. Добровольное принуждение: зачем банкам биометрия [Электронный ресурс] // Forbes / URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/368157-dobrovolnoeprinuzhdenie-zachem-bankam-nuzhna-biometriya>. (дата обращения: 19.06.2020)
3. О Единой биометрической системе [Электронный ресурс] // Ключ Ростелеком / URL: <https://bio.rt.ru/about/>. (дата обращения: 19.02.2020)
4. Отдай голос, сохрани лицо: тестируем биометрию в банках [Электронный ресурс] // Banki.ru / URL: <https://www.banki.ru/news/daytheme/?id=10541621>. (дата обращения: 19.06.2020)
5. Андрей Петров. Внедрение биометрии в России обернется преимуществами для банков, клиентов и экономики [Электронный ресурс] // ФБА «Экономика сегодня» / URL: <https://rueconomics.ru/365273-vnedrenie-biometrii-v-rossii-obernet-sya-preimushestvami-dlyabankov-klientov-i-ekonomiki>. (дата обращения: 19.06.2020)
6. Анна Афонина. Биометрия и «Госуслуги»: банки начали собирать лица и голоса клиентов [Электронный ресурс] // Sravni.ru / URL: <https://www.sravni.ru/text/2018/7/2/biometrija-i-gosuslugi-banki-nachali-sobirat-lica-i-golosaklientov/>. (дата обращения: 19.06.2020)

Локализация веб-сайта как необходимый этап продвижения товаров и услуг

Карачевцева Анастасия Александровна, студент
Курский государственный университет

В статье рассматривается понятие «локализация сайта» и выделяются составляющие указанного процесса. В дополнение к этому, представлено подробное описание способов запуска веб-сайта в англоязычной версии и допускаемые ошибки, препятствующие продвижению сайта.

Ключевые слова: локализация, адаптация, веб-сайт, англоязычная версия сайта

Сегодня Интернет представляет собой не просто гигантскую компьютерную сеть, предназначенную для поиска информации, общения и развлечения. На просторах сети появилась

возможность зарабатывать. Одним из эффективных способов продвижения бизнеса является веб-сайт компании. Через всемирную паутину осуществляется процесс покупки и про-

даже товаров и услуг, информация о которых размещена на веб-сайте. Наиболее эффективными являются многоязычные сайты, позволяющие иностранным потребителям и партнёрам получать информацию о компании и продукции на знакомом языке (чаще всего на английском).

Те компании, которые хотят и готовы выйти на международную платформу, должны заняться вопросом создания новых языковых возможностей для потребителя, в чём и поможет им процесс под названием «локализация сайта», который приведёт к преодолению межкультурного барьера и повышению прибыли.

Согласно исследованию под названием «Не могу прочитать — не буду покупать: о важности языковых аспектов при создании глобальных веб-сайтов», 75% пользователей сети Интернет по всему миру предпочитают совершать покупки в компаниях, сайты которых имеют версию с родным языком пользователей.

Маркетинговый показатель «Время на сайте» у таких площадок увеличивается в 2 раза, а пользователи, в свою очередь, в 4 раза чаще склоняются к совершению покупки или же к началу сотрудничества с компанией [5].

Термин «локализация» появился в лингвистике относительно недавно, придя из сферы бизнеса и международного технического сотрудничества. Международная Ассоциация Стандартов Локализации (LISA) даёт данному термину следующее определение: «Локализация — это комплекс процессов по лингвистической и культурной адаптации программного продукта, который предназначен для использования пользователем «локаля» [3, с. 18]. Локаль (англ. locale) представляет собой набор параметров (набор символов, часовой пояс), а также другие предустановки, которые пользователь ожидает увидеть в пользовательском интерфейсе [4].

Берт Эселлинг, опираясь на определение от LISA, даёт своё: «Локализация подразумевает создание продукта, культурные и лингвистические составляющие которого будут отвечать параметрам местной специфики страны (региона или языка), где он будет использоваться спросом» [2, с. 2].

В последнее десятилетие к локализации стали относиться как к процессу перевода с введением технологий, так как это сложная и объёмная работа, включающая в себя и профессиональный перевод текстов, и адаптацию интерфейса, графики, звука — для наилучшего восприятия потребителем. Так, результатом локализации является не исходный текст, а адаптированный продукт, предназначенный для определённого социума.

Несмотря на то, что локализовать можно практически всё, сам термин «локализация» чаще всего ассоциируется с локализацией программного обеспечения, веб-приложений, сайтов, компьютерных игр, материалов Международной виртуальной конференции, маркетинговых и PR-материалов.

Что касается локализации веб-сайта, то у пользователей при работе с сайтом не должно возникать ощущения, что он переведён с одной языковой версии на другую. Мы выделили 4 главных способа, которые используют предприниматели для запуска сайта в англоязычной версии.

1) Автоматический — самый простой способ в плане технической реализации. На сайте просто размещают плагин Google

Translate, который подвязывают к русской версии. Посетителю лишь стоит кликнуть на вкладку «Сменить язык», и страницу сайта автоматически переведёт Google. Главными достоинствами такого перевода служат запуск в кратчайшие сроки и минимальные затраты. Несмотря на то, что будет передан общий смысл, наличие ошибок в английской версии гарантировано.

2) Псевдопрофессиональный: переводу и локализации подвергается лишь текстовое содержимое. Составляющие пользовательского интерфейса и код не трансформируются. Однако незначительные изменения всё же наблюдаются: код получает дополнительную языковую настройку, с помощью которой он будет различать страницы, и в базе появляются отдельные папки с текстами и изображениями на английском языке. Но этого недостаточно, так как англоязычная версия сайта требует отдельного кода для существования файлов и проверки видимости страниц. Из-за того, что английский контент будет привязан к русской структуре, за любыми изменениями в оригинальной версии последуют потери ссылок дубля, на ходовых страницах возникнет множество ошибок 404/Not found (или «такой страницы не существует»).

Данная ошибка может возникать из-за неправильного ввода адреса в строку браузера, нарушений сеансов связи или некорректного функционирования самого сервера. Интересно заметить, что каждая цифра в 404 имеет свою символику. Первая четвёрка рассказывает о том, что поисковый запрос занял слишком много времени или сам пользователь допустил ошибку, неправильно введя url. Ноль говорит о синтаксической ошибке, а последняя четвёрка указывает на то, что запрашиваемый источник не существует [6].

3) Полное дублирование — наилучший вариант для крупных международных сайтов, но требующий больших затрат. Создаются две независимые друг от друга версии, связанные только кросслинками (перекрёстными ссылками, позволяющими переходить с одного сайта на другой). Данный способ даёт возможность избежать сложную многоуровневую систему сайта, но зато на создание контента потребуется увеличить затраты в 2 раза. Все изменения в программном коде проводятся отдельно в каждой версии сайта. Впрочем, есть одна проблема: если фирма захочет сделать ещё одну языковую версию, всё придётся делать заново.

4) Кодовая автоматизация — способ, который можно сравнить с ювелирной работой: перед запуском программисты автоматизируют код, отвечающий за переключение языков на веб-страницах. При этом число языковых версий неограниченно. Теперь изменения свойственны не для программного кода, а для контента. Сложность в разработке компенсируется простотой в обслуживании. Так, например, официальный многоязычный сайт Microsoft работает именно таким образом [1].

Соответственно локализация сайта — сложное понятие, которое включает четыре составляющие:

- Перевод текстового содержания сайта: тексты, заголовки и описания страниц (где должны находиться ключевые запросы, под которые был адаптирован контент сайта), ключевые слова.
- Перевод программного обеспечения: при локализации системы мер и формата написания дат и времени может быть

полезна программа Passolo, шаблонный редактор ресурсов любого формата.

– Социокультурная адаптация структуры и дизайна сайта. «Тонкая социокультурная настройка» предполагает редактирование информации, графических изображений, баннеров и логотипов. Так, на панели навигации русскоязычной версии Google английской кнопке «Shopping» соответствует кнопка «Переводчик». В разделе «Google news» заголовок «Top stories» представляет самые популярные новостные статьи, в то время как в русскоязычной версии предлагается список стран, новости которых вам будут интересны, а затем раздел «Главные новости».

– Оптимизация — «регистрация» под заинтересованного пользователя в международных поисковых системах, каталогах. Смысл оптимизации заключается в том, чтобы результаты поиска по ключевым словам находились в топе поисковых систем. Например, дословный перевод словосочетания «бюро переводов» англоязычный пользователь, скорее всего, введёт в строку поиска как «translation agency» или «translation company», однако последнее, «переводческая компания» не корректно звучит на русском языке [7, с. 166–169].

Как уже говорилось ранее, англоязычная версия сайта — надёжный инструмент в продвижении бизнеса за рубежом, и работает он только в том случае, если сделан правильно. Обсудим ошибки, которые допускают практически все при создании англоязычной версии [1].

– Отсутствие контента. Часто переходя на англоязычную версию сайта, мы наблюдаем отсутствие на ней необходимой информации из-за различия культурных реалий и трудностей переводимости терминов. В таком случае, наше внимание привлекает или пустая страница, или ошибка 404.

– Полностью одинаковый контент. Иностранцам пользователям не интересны многие новости, заполняющие англоязычную версию: например, жителей США не привлекают

акции, которые проходят в том или ином городе России; а страницы «Контакты» и «О компании» вообще нужно менять.

– Автоматический перевод юридических текстов. Любые юридически значимые документы («Отказ от ответственности», «Условия использования») должны переводить профессиональные переводчики. Одна неправильно переведённая фраза, может стоить компании огромной суммы денег.

– Формальное и неформальное общение. Данный пункт касается в основном таких языков, как русский, немецкий и т.д. «Вы» и «ты» в этих языках представляют разные формы обращения в отличие от английского языка, где местоимение «you» универсально. Решение — обсуждение с бренд-менеджером позиционирования компании с точки зрения обращения к пользователю.

– Переключатель перехода к другой языковой версии. Флажок смены языковой версии должен «отправить» пользователя на ту же страницу, с которой был сделан переход. Порой страницы с контентом не совпадают по структуре, а дополнительные материалы в новой версии вовсе отсутствуют. В такой ситуации следует тонко настроить переход — либо на раздел, отвечающий запросу, либо в главное меню.

– Разная длина текстов. Текстовые материалы практически всегда не совпадают по объёму, поэтому не стоит забывать про вёрстку веб-страниц.

– Адаптация интерфейса к реалиям нового социума.

– Локализация SEO-стратегии. Локализация сайта — это не только оптимизация on-page, поскольку алгоритмы Google в Великобритании, Германии, России и Японии совершенно по-разному отражаются на страницах результата поиска. То, что позволительно в Рунете, не всегда найдёт отклик на американском рынке: алгоритм Penguin уже давно наказывает англоязычные сайты за Black Hat техники, которые до сих пор имеют место в России [1].

Литература:

1. 4 способа создания английской версии сайта и 6 ошибок, которые допускают почти все [https://www.cossa.ru/trends/198977/ (дата обращения: 11.02.2020 г.)]
2. Esselink B. A practical guide to localization. — Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins publishing company, 2000. — 498 p.
3. Frisk, M. Website globalization and localization. — Translation studies (German), 2008. — 88p.
4. Лингвистический энциклопедический словарь. [Электронный ресурс]. URL: https://dic.academic.ru/ (дата обращения: 06.02.2020 г.)
5. Международное исследование покупательских предпочтений «Не могу прочитать — не буду покупать: о важности языковых аспектов при создании глобальных веб-сайтов» [https://als.ltd/csa_cant_read_wont_buy (дата обращения: 25.01.2020 г.)]
6. Ошибка 404 [https://liverpage.pro/knowledge-base/all-about-404-error.html (дата обращения: 18.02.2020 г.)]
7. Сухарева Е. Е., Шурлина О. В. Локализация сайта как форма межкультурной коммуникации / Е. Е. Сухарева, О. В. Шурлина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: лингвистика и межкультурная коммуникация. — 2013. — № 1. — С. 166–169.

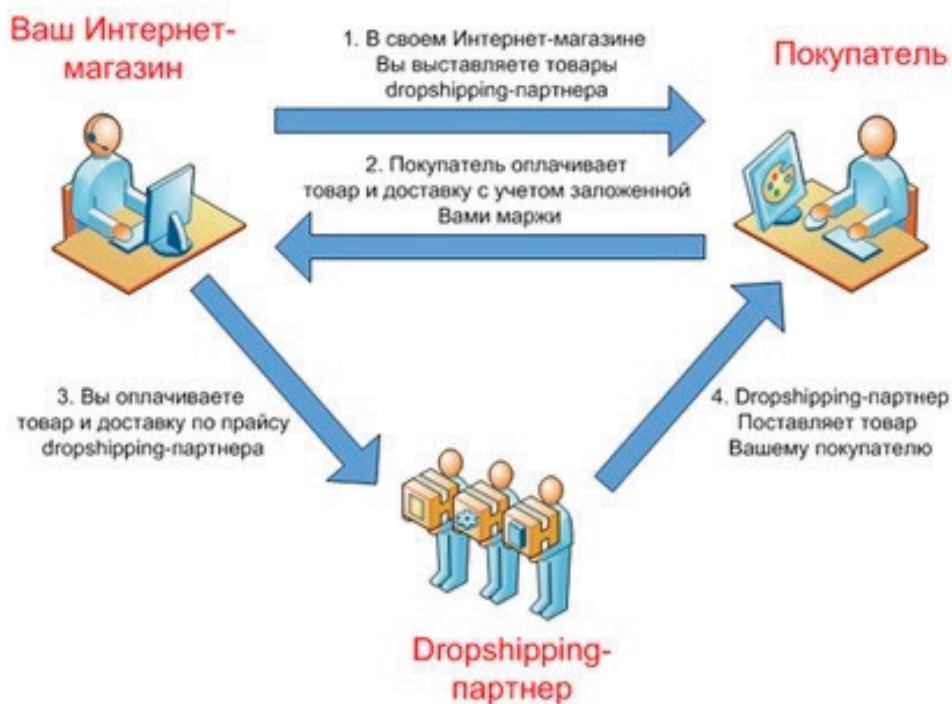
Механизм автоматизации продажи актуальных товаров в соцсети Instagram

Семенов Виктор Андреевич, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

В настоящее время интернет, мобильные устройства и социальные сети стали неотъемлемой частью повседневной жизни людей во всем мире. Согласно информации из отчета о состоянии цифровой сферы Digital 2020, на начало 2020 года более 4,5 миллиарда людей (55% от общего количества) пользуются интернетом, а аудитория социальных сетей перевалила за отметку в 3,8 миллиарда (49%). Аудитория соцмедиа растет со скоростью 900 000 новых пользователей в день. Одной из самых популярных соцсетей является Instagram. В современном мире доля онлайн-продаж на рынке товаров и услуг неизменно растет, достаточно большая часть продаж совершается на страницах магазинов в приложении Instagram по причине того, что у этой социальной сети огромная аудитория, и людям удобно делать заказы прямо там, не переходя никуда дальше по ссылке. При этом само приложение первоначально не было задумано для этих целей, и на данный момент недостаточно полно удовлетворяет потребности магазинов.

Ряд приложений уже пытаются решить данную задачу, так называемые CRM-системы, где клиент сервиса, сам подключает свой Instagram-аккаунт, вводит необходимые данные по товарам и ждет продаж, чтобы было удобно работать, коммуницировать с клиентами. И перед этим клиенту CRM-системы еще необходимо пройти пошагово путь от нахождения товара, в котором сильно нуждаются люди в настоящее время, до его продажи через такие шаги, как анализ товаров, поиск поставщиков товара, закупка и хранение товаров, создание онлайн-магазина, его продвижение, доведение клиентов магазина до продажи, доставка товара до покупателей. И на каждом из этих шагов нужно иметь ряд теоретических знаний и опыта, а также стартовый капитал.



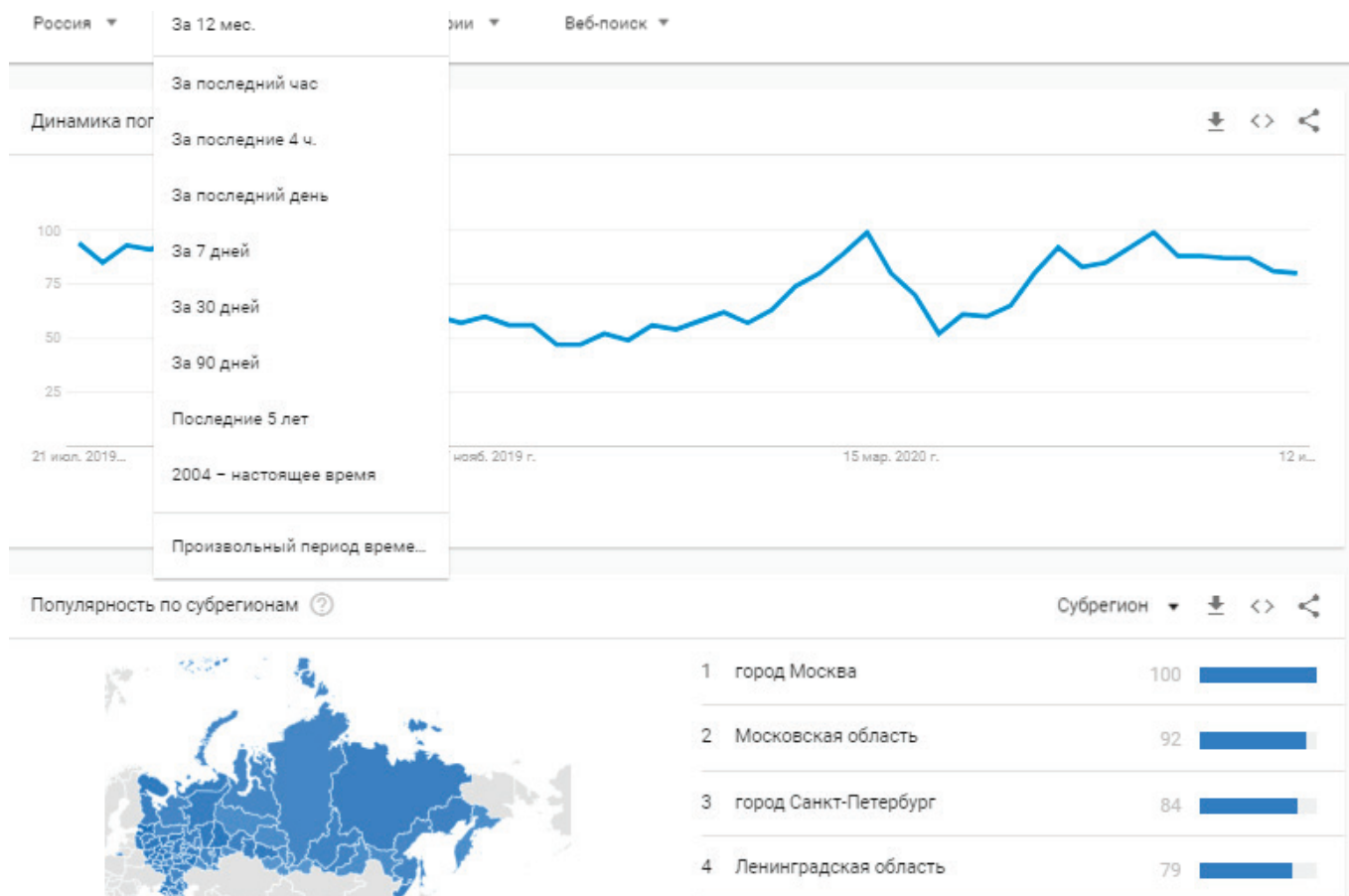
В связи с имеющейся схемой ввода в такой бизнес, цена входа в него является очень большой. Но прогресс движется, и это уже не совсем актуально.

Следующий шаг — это полная автоматизация создания магазина, выгрузка товаров, которые интересуют клиентов по всему миру в данный момент времени, автоматический прием платежей. И с этой задачей сможет справиться сервис с нейросетями, обладающим таким функционалом, как:

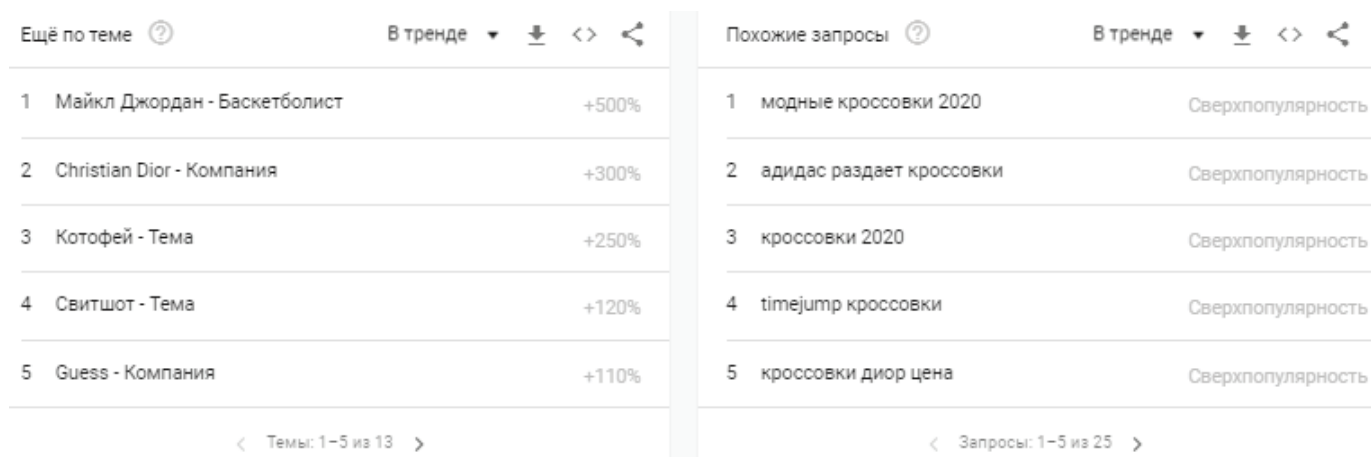
А) Сканирование актуальных товаров, основанное на метриках запросов людей в интернете по каждому из позиций товаров, предоставляемых сервисом.

Ведь вести подбор товара в тренде автоматически становится очень сложно связи с огромным количеством этих товаров.

На данный момент, это можно сделать в ручном порядке при запросе по названию категории товара, получаем статистику. Но это необходимо автоматизировать и отдать данную задачу на плечи нейросетей.



Б) Анализ метрик и выявление потребностей клиентов на текущее время. Найдя трендовую категорию, нужно проанализировать весь рынок вариантов и выявить самые популярные товары на данный момент. Данная задача также должна уйти на автоматизацию.

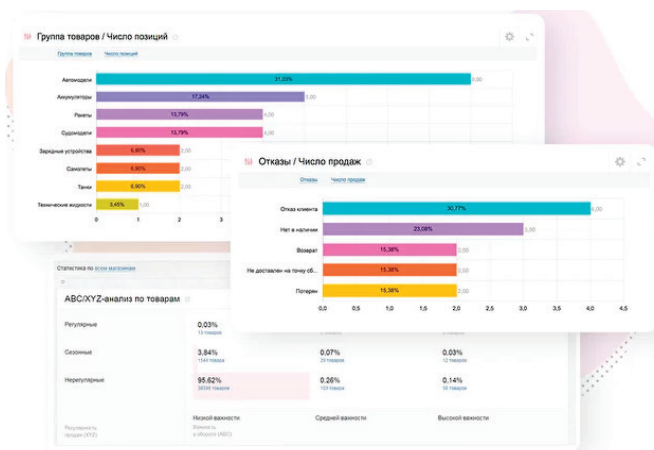


В) Автоматическое создание Instagram-магазинов по тематике выбранного товара системой, наполнение контентом, привлечение аудитории.

Г) прием платежей на выбранную «кассу» клиентом сервиса.

Д) автоматизированные ответы на заявки. Ведение учета продаж по товару и продажам менеджеров. Так всегда можно будет отследить, какие товары стоит продолжать продавать и какими менеджерами стоит «дорожить».

Е) автоматическое создание карточки заказа клиента Instagram-магазина. Менеджеру останется лишь проверить и подтвердить оформление заказа.



Аналитика товаров

- ABC/XYZ анализ товаров
- отчет по отказам
- аналитика в разрезе свойств товаров
- табличные отчеты по продажам товаров и торговых предложений

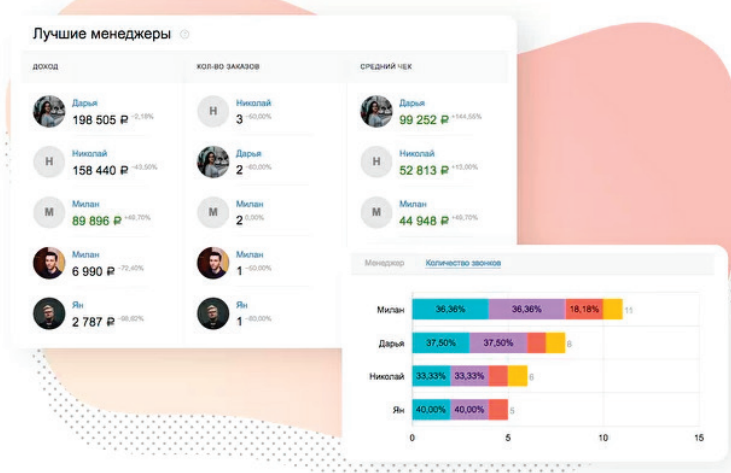
Аналитика менеджеров

Рейтинг менеджеров по:

- доходу
- заказам
- среднему чеку
- допродажам

Отчеты по:

- звонкам
- просроченности
- задачам
- активности



Ж) Оформление доставки клиенту магазина с помощью сервисов доставки в зависимости от точки хранения товара. Например, привязать API Почты России и DHL, что позволит подготовить отправку товара автоматически и по одному запросу со стороны клиента узнать о местонахождении заказа.

При таком наборе параметров сервиса за клиента будет сделана вся аналитическая работа, а значит, на основе данного анализа клиент сервиса сможет выбрать по каким товарам ему работать, увидит рекомендованные цены на основе «живого» рынка. Далее по выбранным товарам в один клик появятся Instagram-магазины, наполненные контентом, соответствующего товара, будет проведено продвижение данного магазина, и при поступивших заявках на покупку товара, сам сервис будет стараться закрыть заявку на продажу, в крайних случаях, когда NLP-анализ не получится произвести, будет подключен владелец Instagram-магазинов (клиент сервиса). Оплата будет принята на стороне сервиса, а далее перечислена клиенту. При этом весь процесс доставки и покупка нужного товара также ложится на плечи сервиса, используя метод продаж товара дропшипингом.

Дропшипинг — это прямая поставка товаров от поставщика к покупателю, при которой продавец (посредник) не хранит товары у себя на складе, или вовсе обходится без него. Товары отправляются заказчику непосредственно со склада производителя, поставщика на прямую клиенту магазина, обходя посредника, кем и будет являться клиент сервиса

В связи с этим польза для клиентов сервиса будет заключена в почти полной автоматизации продажи товара, взамен той пошаговой схемы, которая существует сейчас, где на каждом шагу он может ошибиться и понести потери как временные, так и финансовые, то сервис берет все эти затраты на себя, что позволяет снизить цену входа в данный бизнес только до финансовой составляющей (оплаты услуг сервиса).

Литература:

1. www.imagecms.net/blog/e-commerce/internet-magazin-bez-sklada-kak-rabotaet-otkrytie-i-organizatsiia-raboty
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%BA%D0%B
3. <https://www.retailcrm.ru/analytics>

Разработка прототипа мобильного робота для работы с системой интеллектуального управления

Топорин Андрей Александрович, магистр
Московский государственный технологический университет «Станкин»

Статья посвящена созданию прототипа мобильного робота для работы с интеллектуальной системой управления. В работе кратко приведено описание системы управления, с которой предстоит работать разрабатываемому прототипу. Рассмотрены основные комплектующие, составляющие прототип и их взаимодействие друг с другом. Представлен интерфейс взаимодействия ключевых компонентов прототипа друг с другом при помощи шины I2C и специальных символов. В заключении приведено исследование особенностей функционирования разработанного прототипа мобильного робота с интеллектуальной системой управления.

Ключевые слова: мобильные роботы, интеллектуальная система управления, одноплатный компьютер, микроконтроллер, ультразвуковой датчик.

Введение. Задача о движении колесного робота относится к довольно сложному разделу теоретической механики, который посвящен исследованию движения систем абсолютно твердых тел с неголономными связями. Связи — это ограничения, накладываемые на координаты и скорости точек механической системы. С математической точки зрения связи выражаются дифференциальными уравнениями. В случае, когда эти дифференциальные уравнения не могут быть проинтегрированы и сведены к уравнениям только для координат точек системы, связь называется неголономной [1].

Неголономные механические системы используются тогда, когда накладываются определенные ограничения на скорость, но отсутствуют какие-либо ограничения на позицию. Проще говоря, локальное движение ограничено, однако, глобальное движение является неограниченным.

В данной работе для исследования особенностей разработанной системы управления будем использовать подобный робот.

Краткое описание разработанной интеллектуальной системы управления движением автономного мобильного робота. Структура используемой системы управления [2] представлена на рисунке 1. Она состоит из ряда подсистем, часть которых построена на базе технологий искусственного интеллекта и методов выделения объектов на изображении.

Система управления позволяет мобильному роботу работать в ручном и в автоматическом режиме. Автономность достигается за счет использования двух нечетких регуляторов, подсистемы распознавания фигур, а также информационно-измерительной подсистемы, включающей в себя три ультразвуковых датчика и веб-камеру, установленных на борту МР. Кроме того, система управления дает возможность реализовать голосовое управление роботом.

Разработка и исследование прототипа мобильного робота. На рисунке 2 изображен неголономный двухколесный мобильный робот с дифференциальным приводом. Скорость

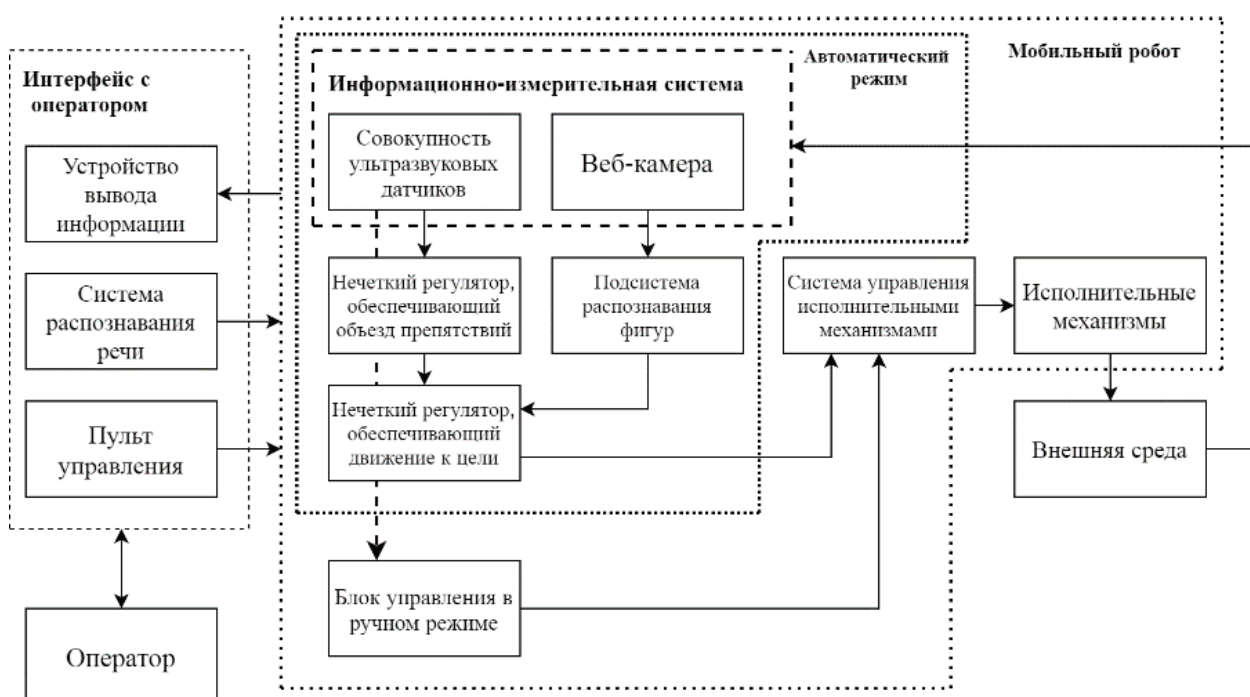


Рис. 1. Структура системы управления мобильным роботом

робота ограничена направлением вращения колес и при условии отсутствия проскальзывания робот не может двигаться в направлении перпендикулярном вектору движения. Тем не

менее, робот может поворачиваться на месте при вращении колес в разных направлениях. Это говорит о том, что глобальное положение робота является неограниченным.

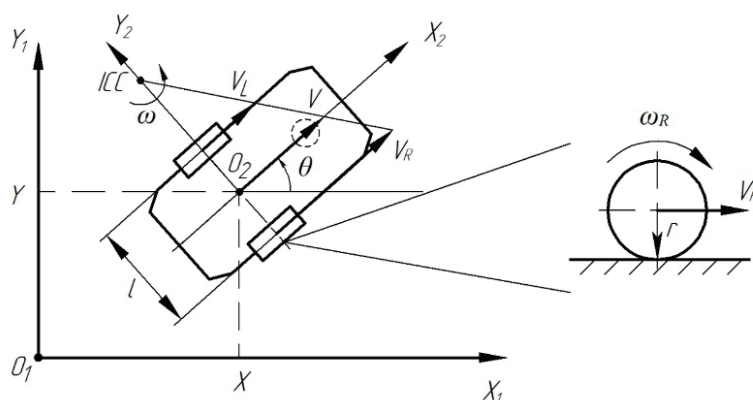


Рис. 2. Схема прототипа мобильного робота

Движение робота происходит в горизонтальной плоскости $O_1X_1Y_1$. На рисунке X и Y обозначают положение центра оси робота — отрезка, соединяющего ведущие колеса шасси, по отношению к глобальной системе координат, θ указывает направление движения мобильного робота относительно оси X_1 в глобальной системе координат. ICC обозначает мгновенный центр скоростей — точка, вокруг которой будет происходить вращение при поворотах. Переменная r есть радиус колес робота, а l расстояние между центрами колес. Переменные v и ω

характеризуют линейную и угловую скорость соответственно, где ω_L — скорость вращения левого колеса, ω_R — скорость вращения правого колеса. Поворот робота осуществляется путем подачи на двигатели управляющих напряжений разных знаков.

Аппаратная часть разрабатываемой системы состоит из трех основных частей: одноплатного компьютера, микроконтроллера и блока питания. Наглядно структура аппаратной части представлена на рисунке 3.

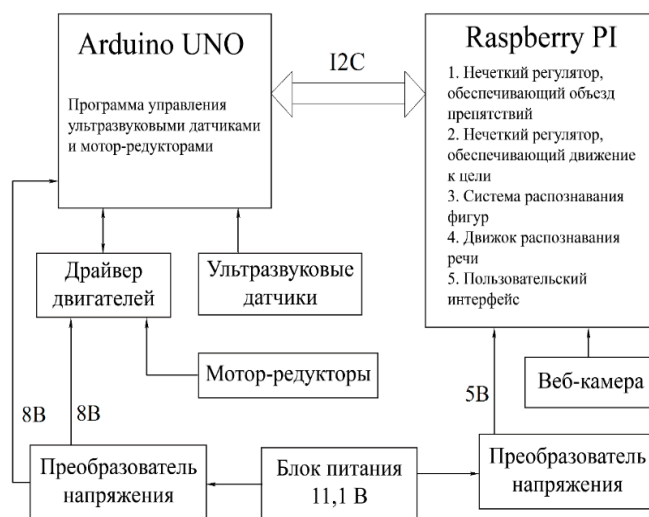


Рис. 3. Аппаратная часть прототипа мобильного робота

Центральной и основной частью системы является одноплатный компьютер Raspberry PI 3 Model B+. Данный компьютер необходим для работы нечетких регуляторов и подсистемы распознавания фигур, обеспечивающих движения мобильного робота к цели в среде с препятствиями. А также для работы под-

системы голосового управления, построенной на базе движка распознавания CMUSphinx [3]. Для работы нечеткого регулятора, одноплатному компьютеру требуются информация с датчиков расстояния, которые подключены к микроконтроллеру Arduino UNO. К микроконтроллеру через драйвер двигателя

L298N подключены два мотор-редуктора Gear Motor 48:1, приводящие в движение ведущие колеса мобильного робота.

Еще одним элементом аппаратной части мобильного робота является система питания. Она состоит из трех литий-ионных аккумуляторов 18650, защищенных платой защиты BMS3S, а также двух понижающих преобразователей напряжения (DC-DC XL4005 и DC-DC T80), питающих основные компоненты робота. Выбор литий-ионных аккумуляторов обусловлен их высокой энергоемкостью, отсутствием «эффекта памяти», меньшим весом по сравнению с щелочными и кис-

лотными аккумуляторами, а также относительно быстрым временем заряда [4].

В качестве основного источника информации об окружающей среде используется совокупность ультразвуковых дальномеров HC-SR04, расположенных на передней части мобильного робота и, измеряющих расстояние до препятствий слева, спереди и справа. А также веб-камера A4Tech PK-720MJ для получения изображения окружающего пространства вокруг робота.

Собранный прототип представлен на рисунке 4.

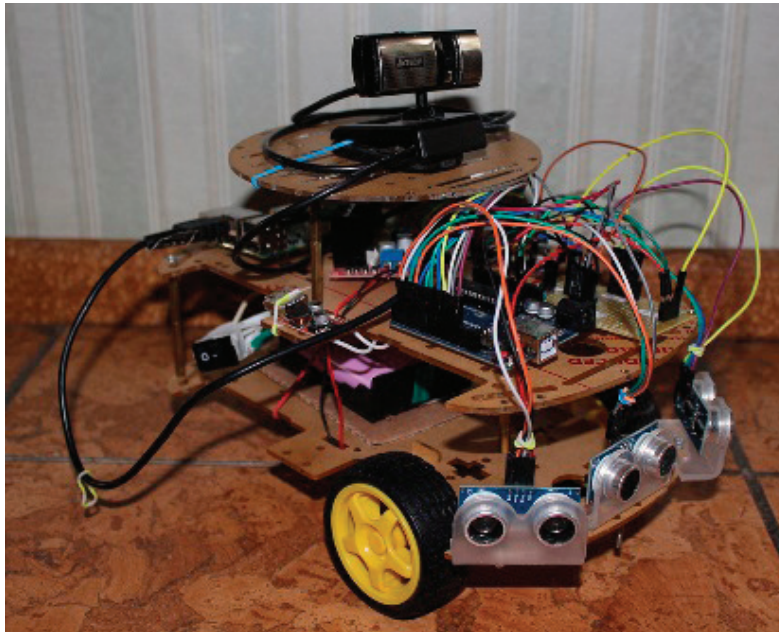


Рис. 4. Прототип мобильного робота

Так как основные элементы системы управления расположены на Raspberry PI, то необходимо осуществить коммуникацию между Raspberry PI и Arduino UNO. Обмен информацией между устройствами осуществляется при помощи шины I2C. Основная проблема заключается в последовательной отправке и получении сообщений. Для решения этой проблемы был разработан набор специальных символов, которые отправ-

ляются перед посылкой информации и принимающая сторона не будет совершать никаких действий, до тех пор, пока не поступит соответствующий символ. В зависимости от работающей в данный момент подпрограммы набор символов отличается.

При ручном режиме работы используется набор символов, представленный в таблице 1.

Таблица 1. Символы, используемые при ручном режиме работы системы управления

Отправка со стороны Raspberry PI			
'F'	Движение вперед	'L'	Движение налево
'R'	Движение направо	'{'	Поворот налево (небольшой)
'}'	Поворот направо (небольшой)	'<'	Поворот налево
'>'	Поворот направо	'B'	Движение назад
'U'	Разворот	'P'	Остановка
'S'	Остановка и выход из ручного режима		
Отправка со стороны Arduino UNO			
'U'	Отправка данных с ультразвуковых датчиков		

Символы, используемые при работе в автоматическом режиме представлены в таблице 2.

Таблица 2. Символы, используемые в автоматическом режиме работы системы управления

Отправка со стороны Raspberry PI			
'Y'	Фигура найдена	'U'	Запрос на получение данных ультразвуковых датчиков
'N'	Фигура не найдена	'E'	Отправка результата второго нечеткого регулятора
'P'	Остановка	'C'	Продолжение движения после остановки
'S'	Остановка и выход из автоматического режима		
Отправка со стороны Arduino UNO			
'>'	Робот начинает движение		
'<'	Робот заканчивает движение		
'U'	Отправка данных с ультразвуковых датчиков		

При выборе режима работы системы управления используется набор символов, представленный в таблице 3.

Таблица 3. Символы, используемые при выборе режима работы системы управления

Отправка со стороны Raspberry PI			
'A'	Работа в авто. режиме	'S'	Остановка
'M'	Работа в ручном режиме	'T'	Изменить максимальную скорость вращения колес

Исследование прототипа заключалось в последовательной проверке доступных режимов работы. В процессе работы в ручном режиме, мобильный робот успешно выполнил

все поданные на него команды, как с пульта управления, так и голосовые команды. Процесс работы представлен на рисунке 5.

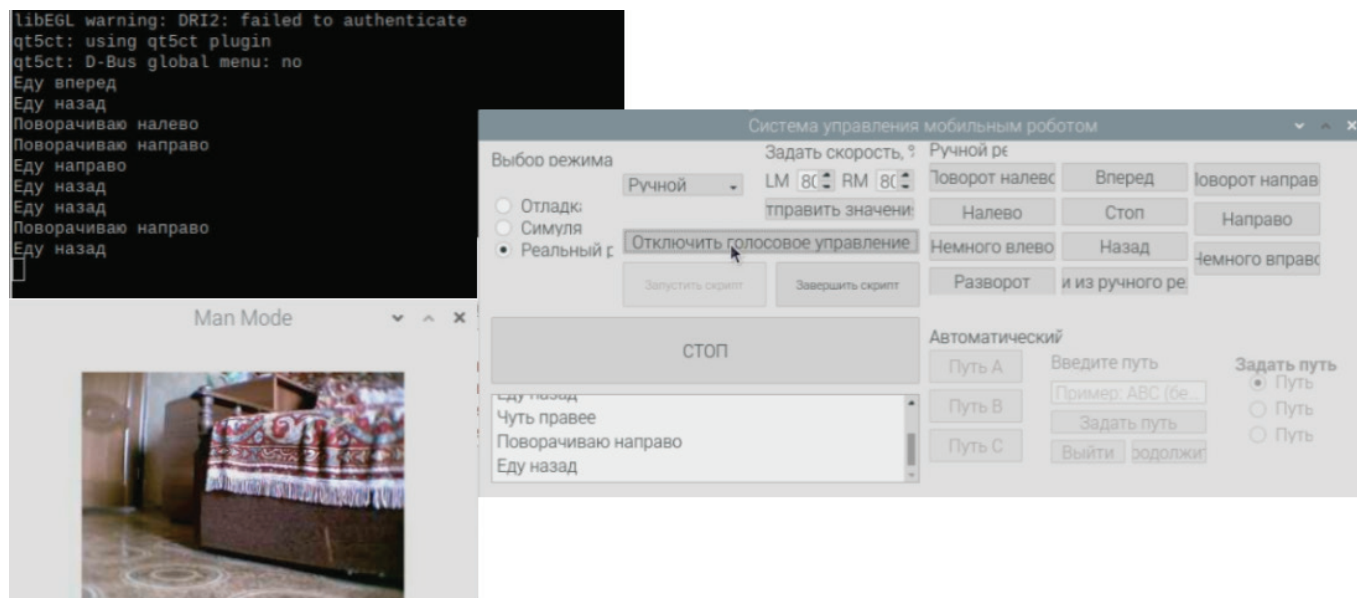


Рис. 5. Работа в ручном режиме

Исследование автоматического режима работы заключалось в перемещении прототипа мобильного робота из начальной точки в целевую самостоятельно без помощи человека оператора. Процесс движения к целевой точке представлен на рисунке 6.

В процессе движения, в консоль выводится информация о текущем положении и площади целевой фигуры, а также зна-

чения расстояний до препятствия. Как видно, робот благополучно достиг целевой точки.

Основные результаты и выводы. Разработан прототип мобильного робота, исследование которого показало, что для работы с разработанной системой управления в полной мере необходима замена некоторых компонентов, в частности, замена мотор-редукторов, поскольку выбранные в данной работе дви-

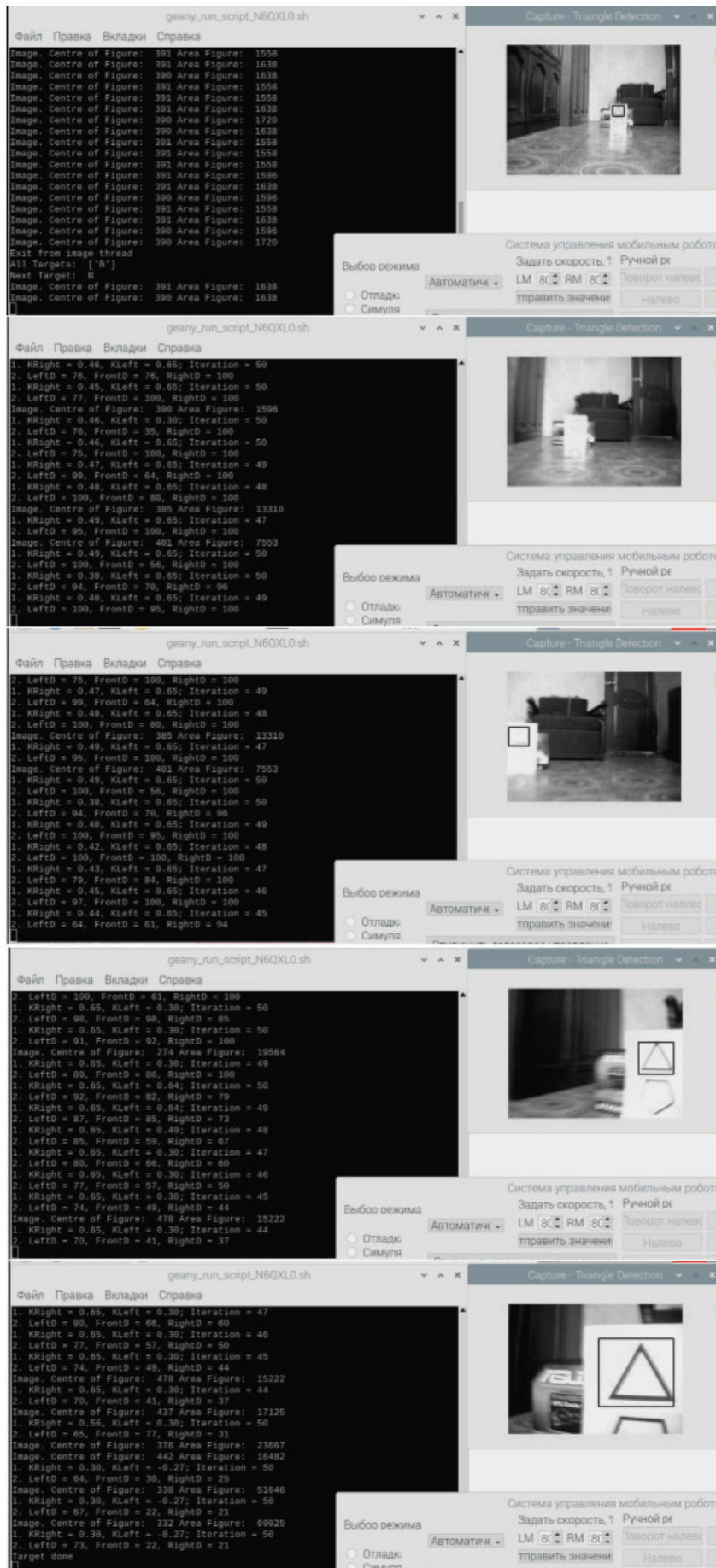


Рис. 6. Работа в автоматическом режиме

гатели не обеспечивают стабильного и точного движения по ровной поверхности, и замена текущей веб-камеры на камеру с большим разрешением и частотой кадров, а также с большим

углом обзора, что позволит улучшить работу алгоритма распознавания подсистемы распознавания фигур интеллектуальной системы управления.

Литература:

1. Левин В.Е. Аналитическая механика. Сборник задач: учеб. пособие [Текст] / В.Е. Левин, Д.А. Красноурецкий. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. — 28 с.;
2. Топорин А.А. Система интеллектуального управления движением автономного мобильного робота [Текст] / Топорин А.А. // Материалы студенческой научно-практической конференции «Автоматизация и информационные технологии (АИТ-2020). Том 4: Сборник докладов института автоматизации и робототехники. — М.: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2020. — С. 225–228;
3. Overview of the CMUSphinx toolkit [Электронный ресурс] // cmusphinx.github.io: Open source speech recognition toolkit resource URL: <https://cmusphinx.github.io/wiki/tutorialoverview/> (дата обращения: 10.07.2020);
4. Технологии аккумуляторов для ЦОД: сравнение литий-ионных (Li-ion) аккумуляторов со свинцовоокислотными аккумуляторами с регулирующим клапаном (VRLA) [Электронный ресурс] // apc.ru: Сайт APC by Schneider Electric URL: <https://www.apc.ru/WP229> (дата обращения: 10.07.2020).

Применение перспективных информационных технологий в сфере таможенного администрирования

Хамроев Улугбек, старший преподаватель;

Туйчиев Бехзоджон Рустамович, курсант

Таможенный институт Государственного таможенного комитета Республики Узбекистан (г. Ташкент, Узбекистан)

В условиях глобализации таможенного администрирования, а также её интеграции в мировую экономику рождаются новые идеи и технологии которые нужно реализовать в повседневной жизни. Такой технологией выступает блокчейн, которая является относительно новой отраслью в сфере таможенного администрирования. На примере Республики Узбекистан рассмотрим основные аспекты внедрения технологий блокчейн в сферу таможенного дела. В статье рассмотрены основные направления его развития, принцип работы, а также перспективы его развития и использования в таможенной службе.

Ключевые слова: цифровая экономика, биткойн, таможенное администрирование, умный контракт

Application of advanced information technologies in the field of customs administration

Hamroev Ulugbek, senior lecturer;

Tujchiev Behzodzhon Rustamovich, cadet

Customs Institute of the State Customs Committee of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan)

In the conditions of globalization of customs administration as well as its integration into the world economy new ideas and technologies are born that must be realized in everyday life. This technology is a relatively new industry in the field of customs administration. By the example of the Republic of Uzbekistan, let us consider the main aspects of the introduction of block-chain technologies in the sphere of customs affairs. The article considers the main directions of its development, principle of work, as well as prospects of its development and use in customs service.

Keywords: digital economy, bitcoin, customs administration, smart contract

Роль Государственного таможенного комитета Республики Узбекистан (далее — ГТК РУз) в развитии национальной цифровой экономики, обеспечении ее стабильности и экономической безопасности является важным стратегическим вопросом. Таможенные органы РУз на сегодняшний день осна-

щены современными информационно-коммуникационными технологиями, охватывающие ряд областей, которые требуют дальнейшей реформы и новаторских подходов.

Конструктивное внедрение информационных технологий в таможенную сферу на основе современных научных под-

ходов с широким использованием возможностей оказывает положительное влияние на организацию инновационных интерактивных услуг, внедрение современных форм и методов таможенного контроля, а также на экономический рост и стабильность в регионе.

На сегодняшний день в деятельности таможенных органов РУз существует 54 автоматизированных информационных систем, на основе которых создано 19 интерактивных сервисов которые оказывают различные услуги в сфере внешнеэкономической деятельности (далее — ВЭД), что свидетельствует о том, что процессы таможенного обслуживания осуществляются на основе цифровых технологий. В то же время информационные системы и технологии, созданные для участников ВЭД, гармонизируются с едиными автоматизированными информационными системами ГТК РУз. Это означает, что производители, поставщики, транспортные компании и получатели сотрудничают в рамках единой общей архитектуры, чтобы значительно упростить процесс обработки товаров и ускорить процедуры контроля и выпуска товаров.

Необходимо отметить тот факт, что процедура контроля над участниками ВЭД таможенными органами осложняется и целесообразным выступает оптимизация механизмов регулирования ВЭД, а также внедрение и развитие инноваций в данной отрасли.

Развитие следующих направлений оптимального управления внешнеторговыми операциями в таможенной сфере приведет к совершенствованию цифровой таможенной системы. К ним относятся:

- использование интерактивных (СМАРТ) договоров во внешнеторговых операциях;
- использование открытых и закрытых технологий распределенной регистрации (*блокчейна*) в сфере внешнеэкономической деятельности;
- Внедрение «системы отслеживания товаров» на всех этапах движения товаров, т.е. с момента их производства до его продажи потребителю.

Умный контракт (англ. smart contract) — это электронный алгоритм, реализующий идеологию блокчейн, описывающий набор условий, выполнение которых влечет за собой некоторые события в реальном мире или цифровых системах. Его задача — автоматизация отслеживания выполнения условий договора. Впервые технология умных контрактов была разработана в проекте Ethereum [1].

В сфере внешнеэкономической деятельности необходимо также изучить информацию общего и специфического характера при использовании открытых и закрытых технологий распределенной регистрации т.е. *блокчейн*.

Основные задачи внедрения блокчейна в таможенном регулировании — облегчение процессов осуществления торговли, обмена информацией, в том числе о товарах и грузах, ускорение процессов прохождения всех процедур — нефинансовых транзакций и, одновременно, повышение прозрачности и контролируемости всех процедур, а значит, и легальности всех процессов. Блокчейн структурно работает на основе математических алгоритмов. Цифровые записи объединяются в блоки, которые связываются в хронологическую цепочку. Этот про-

цесс обеспечивается серверной базой и сетью компьютеров, работающих в одной сети. В результате расчетов получается одинаковый результат и подтвержденность информации по каждому проходящему товару и грузу — каждому блоку товаров может быть присвоена уникальная подпись. Новые блоки объединяются в цепочки, в которых аналогичным образом отображаются дальнейшие этапы продвижения того или иного товара. Это дает возможность контролирующим органам видеть всю цепь с момента отправки товара и его прохождения до конечного получателя. При этом такой реестр невозможно подделать.

Главное преимущество использования технологии — это одновременно открытость информации и высокая ее защищенность, что существенным образом влияет на проблему управления рисками. При этом реестр не хранится в каком-то одном месте, которое может быть подвержено взлому или краже и физическому уничтожению данных. Использование технологии блокчейн позволит существенно ускорить операции и увеличить скорость обмена товарами и грузами по всей планете. Юридическим и физическим лицам не нужно будет тратить время на лишнюю документацию и нести издержки, а таможенному органу не потребуется много времени для осуществления «протокольных» мероприятий и оформлений [2].

Особенности этих технологий делают их экономически целесообразными, что эффективно помогает реализовать положения соглашения Всемирной торговой организации (ВТО) об упрощении торговых процедур — создании эффективной, прозрачной и безопасной системы «единого окна». Однако это потребует технического соответствия, с одной стороны, и глобальной стандартизации, с другой, для создания единой нормативно-правовой базы, которая будет способствовать бумажной международной торговле.

Вследствии технология распределенной регистрации (блокчейн) окажет практическую помощь в создании цифровой таможенной системы, которая представляет собой виртуальную трансграничную интеграцию, что приведет к новым революционным изменениям в деятельности таможенной службы. В то же время в международных торговых отношениях общего характера важно переводить интерактивные контракты с открытой регистрацией и информационные ресурсы в технологию блокчейна, но управлять закрытыми информационными ресурсами частных таможенных органов с использованием технологии корпоративной блокчейн. Этот инновационный подход приведет к появлению единой системы защищенных, интегрированных виртуальных цифровых обычаев, основанных на международных и корпоративных технологиях блокчейна и Республика Узбекистан твердо начинает идти по этому пути.

Одним из важнейших направлений в Республике Узбекистан сегодня является создание технологии корпоративного блокчейна, развитие цифровой экономики, цифровой таможни и ее внедрение на практике и поэтому правительством Республики Узбекистан уделяется особое внимание данным вопросам, принятием соответствующих указов и постановлений регулирующих развитие данной отрасли в республике, в частности принятое Президентом Постановление ПП-4699 «О мерах по широкому внедрению цифровой экономики

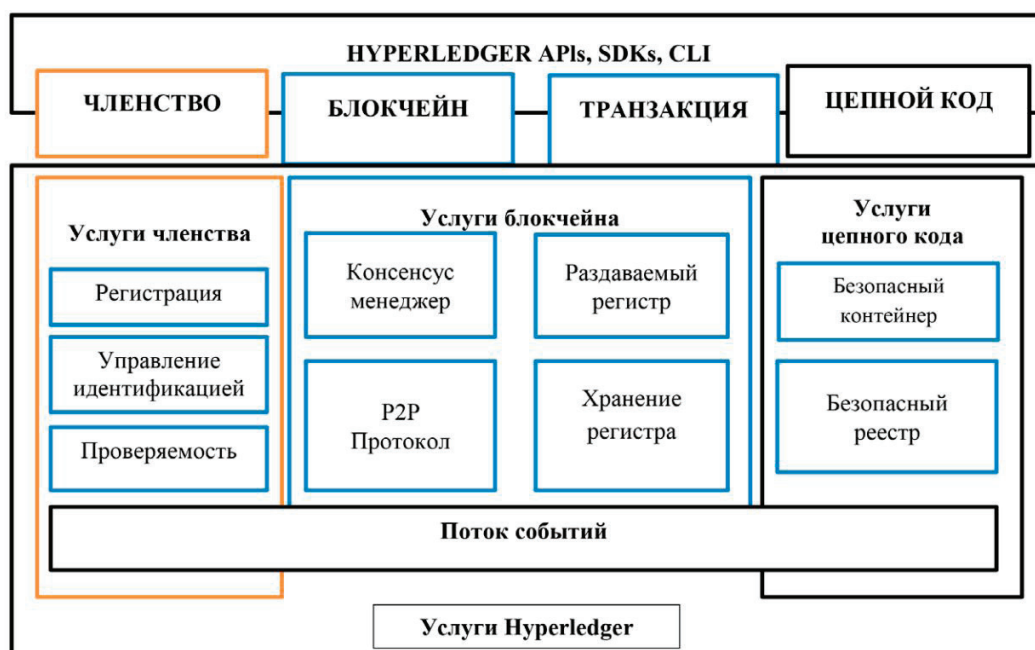


Рис. 1. Архитектура блокчейн-платформы Hyperledger [3]

и электронного правительства» от 28.04.2020 г. Также необходимо отметить тот факт, что 2020 — год был объявлен Годом развития науки, просвещения и цифровой экономики. Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев в своём ежегодном послании парламенту от 24 января 2020 года поручил завершить разработку программы «Цифровой Узбекистан — 2030» также он отметил, что страна совершит коренной поворот в развитии цифровой экономики в последующих годах. Развитие этих областей окажет практическую помощь в упрощении торговых процедур, которое является фактором необходимым для вступления в ВТО [4].

Повесткой дня очередного видеоконференционного заседания коллегии Государственного таможенного комитета Республики Узбекистан в феврале 2020 года стали ряд важных задач, таких как внедрение «интеллектуальных систем управ-

ления» на основе цифровых таможенных технологий, создание научного центра «Цифровая таможня», а также внедрение систем блокчейн. Это подчеркивает необходимость применения перспективных информационных технологий в таможенном секторе и необходимость создания цифровой таможенной системы для интеграции цифровой экономики.

Развитие системы блокчейн в Республике Узбекистан на сегодняшний момент находится на начальной стадии. Государству система блокчейн неподконтрольна, т.к она является независимой и поэтому вопрос её внедрения в государственных органах остаётся открытым. Для её широкомасштабного внедрения в РУз, нужно кардинально реформировать многие аспекты политики и экономики, что в конечном итоге приведёт к широкому распространению технологии среди большинства слоёв населения.

Литература:

1. Годин В.В., Терехова А.Е., 2019 г., г. Москва «Блокчейн: философия, технология, приложения и риски»
2. Шамахов В.А., Корягин П.А., Кунтишев Р.А., 2018 г.г. Санкт-Петербург, «Технология блокчейн как фактор глобальной модернизации международных процессов таможенного регулирования. Внедрение цифровой системы распределенных реестров в Таможенном союзе стран ЕАЭС»
3. Торукало Ю.Е., Юрьева И.Г., 2019 г., г. Москва «Блокчейн: сущность технологии и пути его применения в таможенной сфере»
4. Послание Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева Парламенту. 24 января 2020 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://uza.uz/ru/politics/poslanie-prezidenta-respubliki-uzbekistan-shavkata-mirziyeev-25-01-2020>. (дата обращения: 24.01.2020 г.)

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выбор типа краскораспылителя для нанесения водоразбавляемых автомобильных красок и возможная модернизация его конструкции

Боровик Дарья Александровна, студент
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота (г. Калининград)

В статье проводится анализ конструкций существующих окрасочных пистолетов и технологий нанесения краски, выявление лучших позиций по каждому исследуемому направлению. Осуществляется выбор метода усовершенствования конструкции краскораспылителя.

Ключевые слова: воздушный поток, красочный туман, окрасочный пистолет, технология распыления, окрашиваемая поверхность, сжатый воздух, краска, водная основа, воздушное сопло, высокая производительность, закрученный воздушный поток, лакокрасочный материал, пневматическое распыление, высокий расход воздуха, наружный конус головки, LVMP, помощь краскораспылителя, расход краски, технология нанесения покрытия, распыляемый материал, отверстие.

Актуальность изучения и разработки вопроса подбора окрасочного пистолета для водоразбавляемых автомобильных красок, заключается в перспективном расширении области применения данных красок, вследствие ужесточения законодательства по охране окружающей среды и целесообразном улучшении качества условий труда мастеров-колористов.

Целью статьи стоит анализ существующих видов краскораспылителей, технологий нанесения покрытия. Приоритетным вопросом является выбор окрасочного пистолета, подходящего для работы с красками на водной основе и его последующим усовершенствованием в сфере сервисного окрашивания автомобилей и тюнинг-ателье.

Нанесение лакокрасочного материала (ЛКМ) на окрашиваемую поверхность осуществляется методами струйного облива, аэрозольным и пневматическим распылением, электроосаждением и выбирается с учетом производственных условий, экономической рациональности, вида окрашиваемой детали, ее габаритов и требований к готовому покрытию.

Пневматическое распыление является одним из распространенных методов нанесения ЛКМ и осуществляется с помощью краскораспылителя, работа которого заключается в воздействии потока сжатого воздуха, поступающего из форсунки, на струю распыляемого материала, выходящего из отверстия, соосно размещенного внутри головки материального сопла. Может быть с подогревом и без подогрева лакокрасочного материала.

Электростатическая окраска осуществляется путем нанесения ЛКМ на поверхность с помощью краскораспылителя, принцип работы которого основан на законе Кулона: в процессе распыления происходит соприкосновение ЛКМ с электродом, находящегося на распылителе краски, в результате чего

краска получает отрицательный высоковольтный заряд, а заряженные частицы направляются по линиям электростатического поля к заземленному изделию.

Краскораспылитель является приспособлением для распыления ЛКМ под давлением, на выходе из которого материал рассеивается мелкими «каплями», создавая красочный факел.

По принципу подачи краски окрасочные пистолеты делятся на:

- ручные — в них смесь нагнетается с помощью рукоятки;
- пневматические, подключаемые к внешнему компрессору;
- электрические, работающие от бытовой сети ~220 В.

Далее, в таблице 1, рассмотрим качество переноса краски в зависимости от технологии нанесения покрытия.

Перспективным вариантом, применимым для сферы окрашивания автомобилей водоразбавляемыми красками, в рамках СТО и тюнинг-ателье, является профессиональный пневматический краскопульт с технологией распыления «LVLP». Данный тип соответствует последнему слову техники и является самым современным на рынке. Коэффициент переноса краски на окрашиваемую поверхность составляет 95%, а также высокая скорость работы и точность нанесения делает аппарат незаменимым инструментом мастера-колориста.

Выбор основан на том, что ручной окрасочный пистолет не всегда может справиться с большими объемами работ, а электрический: со встроенной турбиной — не обладает регулировкой воздушного потока, должным диаметром дюзы, подходящей для жидкой краски, с выносной турбиной — не обладает регулировкой давления подачи воздуха, что вызывает шагреню и неравномерное окрашивание.

Технология нанесения краски электростатическим методом не является новой, но в России она не получила долж-

Таблица 1. Сравнительная таблица подбора краскопульты

№	Системы распыления окрасочных пистолетов	Преимущества	Недостатки
1	ручной	<ul style="list-style-type: none"> — невысокая цена — простая конструкция, надежность — отсутствие необходимости в подключении к электрической сети или компрессору — наличие удлиненного распылителя 	<ul style="list-style-type: none"> — имеет невысокую производительность — требует, как минимум одного помощника — подходит не для всех видов ЛКМ
2	пневматический		
2.1	HP	<ul style="list-style-type: none"> — широкий факел распыла — равномерное нанесение краски — увеличение скорости проведения работ — небольшой расход воздуха от 100 до 300 л/мин 	<ul style="list-style-type: none"> — большие потери краски при работе — при работе поток воздуха образует воздушные вихри
2.2	HVLP	<ul style="list-style-type: none"> — дополнительных работ после покраски не требуется — хороший процент переноса краски — до 65–70% — высокое качество окрашенной поверхности — хорошие экологические показатели — дают минимум тумана — способен сохранять постоянную форму факела в течение всего рабочего процесса 	<ul style="list-style-type: none"> — скорость движения воздуха с частицами краски значительно ниже — значительный расход воздуха — требуется воздух высокого качества — потребность в малом расстоянии между краскопультом и окрашиваемой поверхностью — требуется высокое мастерство для избежания подтеков
2.3	LVLP	<ul style="list-style-type: none"> — высокий процент переноса краски — до 80–95% — небольшой расход воздуха — 15–350 л/мин — невысокая стоимость — высокая производительность — высокая скорость работы — высокая точность нанесения — устойчивость к перепадам давления — широкий, равномерный факел распыла — нет вибраций и турбулентных завихрений — малое образование туманного облака 	<ul style="list-style-type: none"> — не выявлено
2.4	HTE	<ul style="list-style-type: none"> — умеренное потребление воздуха (приблизительно 290–340 л/мин) — эффективность переноса ЛКМ более 70% — простота и легкость обслуживания — стойкость к агрессивным растворителям и разбавителям — наличие специальной распыляющей головки H2O для красок на водной основе 	<ul style="list-style-type: none"> — нет информации
2.5	RP	<ul style="list-style-type: none"> — подходит для нанесения всех видов ЛКМ, в особенности для тех, которые с пониженным содержанием растворителя — широкий факел распыла — тончайшее распыление и финишное покрытие — требует меньше сжатого воздуха 	<ul style="list-style-type: none"> — большая засоренность окрашиваемой поверхности — достаточно тяжело красить в жаркое время года или в горячей камере — повышенный расход ЛКМ — 55% — высокий опыл при покраске переходом

Таблица 1 (продолжение)

№	Системы распыления окрасочных пистолетов	Преимущества	Недостатки
2.6	LVMР	<ul style="list-style-type: none"> — отличаются высокой производительностью, что характерно для технологии среднего давления — относительно низкое потребление сжатого воздуха около 270 л/мин. — окрашивание с большей скоростью и более чем 65% эффективностью переноса, с экономией 20–30% по сравнению с обычными краскораспылителями 	— нет информации
3	электрический		
3.1	воздушный	<ul style="list-style-type: none"> — факел стабильной формы — снижает требования к промывке инструмента — пониженный расход краски — высокая производительность — тонкое, идеальное покрытие 	<ul style="list-style-type: none"> — высокий расход воздуха — при недостаточной квалификации легко допустить образование потеков — инструмент сильно пылит из-за высокого расхода воздуха — невозможно производить покраску в замкнутом объеме — повышенное образование красочного тумана
3.2	мембранный работающий от электрической сети	<ul style="list-style-type: none"> — экономия ресурсов — получение равномерного, гладкого слоя — разные типы сопел обеспечивают универсальность устройства — простота эксплуатации — идеален для вязких материалов — не образует красочного тумана 	<ul style="list-style-type: none"> — факел имеет нестабильную форму, что снижает качество покраски — риск образования подтеков — невысокое качество окрашиваемой поверхности — инструмент требует тщательной промывки с расходом большого количества растворителя
		<ul style="list-style-type: none"> — возможность подобрать краскопульт необходимой мощности — срок непрерывной работы ограничен только возможностями электродвигателя 	<ul style="list-style-type: none"> — для работы в местах без центрального энергоснабжения нужен генератор — мобильность оператора ограничена длиной сетевого шнура — провод может скручиваться и мешать работе
3.3	работающий от аккумулятора	<ul style="list-style-type: none"> — полное отсутствие проводов — нет привязки к розетке и оператор может перемещаться как угодно без опасения запутаться в сетевом шнуре — при необходимости можно подключать краскопульт к сети 	<ul style="list-style-type: none"> — за счет батареи такой краскопульт ощутимо тяжелее — время автономной работы обычно ограничено 20–30 минутами — нет возможности сделать автономный краскопульт высокой мощности — дороже сетевых моделей

ного распространения. Ее преимущества заключаются в том, что происходит хорошая экономия краски, практически нет красочного тумана, что позволяет проводить окрасочные работы в помещении. Но всеми этими преимуществами обладает и пневматический краскопульт с технологией «LVLР», который был выбран вследствие сравнительного анализа. Су-

ществленным недостатком, несмотря на пригодность к водоразбавляемой краске, является то, что краска должна быть с определенным показателем электропроводности, если показатель выше или ниже, его надо изменить так, чтобы он стал подходящим. Сложность заключается в приобретении краски, с определенным значением сопротивления электрическому току, на

Таблица 2. Оценка качества пневматических краскораспылителей

№ п/п	Наименование свойств качества	Весомость свойств	Eco SG-30L14 (Китай)			GREEN NEW INTERTOOL PT-0132 (Украина)			GAV RECORD9725 (Италия)			Metabo FSP 600 (Тайвань)		
			Абсолютный показатель	Относительный показатель	Показатель качества	Абсолютный показатель	Относительный показатель	Показатель качества	Абсолютный показатель	Относительный показатель	Показатель качества	Абсолютный показатель	Относительный показатель	Показатель качества
1	диаметр дюзы, мм	0,2	1,4	0,86	0,17	1,3	0,92	0,18	1,2	1,00	0,20	1,3	0,92	0,18
2	вес, кг	0,05	0,8	0,88	0,04	0,9	0,78	0,04	0,8	0,88	0,04	0,7	1,00	0,05
3	емкость бачка, л	0,08	0,6	1,00	0,08	0,6	1,00	0,08	0,6	1,00	0,08	0,6	1,00	0,08
4	рабочее давление, атм.	0,07	1,5	0,39	0,03	1,5	0,39	0,03	3,8	1,00	0,07	1,6	0,42	0,03
5	расход воздуха, л/мин	0,15	175	0,78	0,12	200	0,68	0,10	250	0,54	0,08	136	1,00	0,15
6	стоимость	0,45	1900	1,00	0,45	4875	0,39	0,18	10091	0,19	0,08	12299	0,15	0,07
		1	-	-	0,89	-	-	0,61	-	-	0,56	-	-	0,56

территории России. Также должно быть качественное заземление на участке, где планируются работы, этот вопрос касается и амуниции колориста. Технология перспективная, но требует определенных знаний, навыков и опыта, что накладывает ограничение на поиск специалистов.

Был проведен подбор моделей краскораспылителей с выбранной конструкцией и технологией распыления, подходящих для осуществления работ, производимых с использованием краски на водной основе. На базе четырех моделей разных производителей были перечислены основные свойства качества, исходя их 100% соотношения определена их весомость и выполнена соответствующая оценка (таблица 2). Из этой таблицы видно, что образцом, набравшим максимальную оценку среди своих конкурентов, является краскораспылитель китайского производства модели «Eco SG-30L14».

Несмотря на практически совершенную технологию нанесения краски — «LVLP», образец предлагается дооснастить насадкой для экстрамелкодисперсного распыления, которое впоследствии повысит качество получаемого лакокрасочного покрытия.

Прибегнем к выбору метода усовершенствования его конструкции.

Целью модернизации является повышение мелкодисперсности распыляемого материала путем усовершенствования форсунки пневматического окрасочного пистолета «Eco SG-30L14».

Был осуществлен поиск, анализ и подбор патента пригодного для совершенствования имеющейся конструкции.

Патент № 2 113 916 «Насадка для краскораспылителя» [1].

Недочетом конструкции окрасочного пистолета «Eco SG-30L14» является недостаточная эффективность получения экстрамелкодисперсного красочного тумана вследствие переноса ЛКМ на окрашиваемую поверхность.

Технической задачей патентной насадки является повышение эффективности распыления.

Разработка патента № 2 113 916 основывается на том, что насадка содержит в себе корпус с камерой, трубку подачи жидкости с головкой в виде двухстороннего конуса, отверстия для

выпуска жидкости и охватывающее трубку воздушное сопло, согласно чему отверстия для подачи краски выполнены в наружном конусе головки, а на внутреннем — выполнена кольцевая резонирующая канавка. В стенке конуса насадки вдоль его оси выполнены дополнительные отверстия для прохода воздуха.

Сжатый воздух от компрессора под давлением 1,5–2 атм. Пройдя тангенциальные отверстия, закрученный воздушный поток попадает в камеру и, проходя между конусообразными поверхностями корпуса воздушного сопла и внутренним конусом головки, не теряет резко скорость истечения, а, попадая на резонирующую канавку, получает дополнительно колебание, волны которого распространяются поперек воздушного потока. В зоне наружного конуса головки образуется вакуум, что содействует истечению краски, которая захватывается вихревым потоком воздуха, а резонирующие колебания дополнительно измельчают ее до дисперсного состояния. Одновременно воздушный поток проходит через отверстия в корпусе. Краска, поступающая по каналу трубки к отверстиям, закручивается потоком воздуха, частицы ее дополнительно размельчаются и перемещаются равномерным факелом в окружении закрученного воздушного потока [1].

С помощью винта регулируется величина вакуума за счет подачи воздуха извне, а следовательно, и расход краски. Форма факела регулируется поворотом насадки [1].

Благодаря этому насадка позволяет в разы повысить и без того эффективное распыление, обеспечив качественное покрытие с минимальным расходом краски. Что подтверждает целесообразность применения изобретения в качестве основы для усовершенствования нашего образца.

Результатом рассмотрения вопросов, отраженных в данной статье, может являться рекомендация применения пневматического краскораспылителя с технологией распыления «LVLP» доработанной конструкции, которая поможет еще больше сократить расход краски, уменьшить окрасочный туман и, как следствие, загрязняемую поверхность, сократить статьи экономических расходов.

Литература:

1. Патент РФ № 2 113 916 С2, 28.04.1993. Насадка для краскораспылителя // Патент России № 2 113 916. 1998 Бюл. № 25. / Самановских В. А., Самановских Н. А.

Совершенствование процессов подготовки нефти к транспортировке

Булыга Марина Александровна, студент магистратуры

Научный руководитель: Агафонов Игорь Анатольевич, кандидат химических наук, доцент

Самарский государственный технический университет

В статье раскрыта проблема энергоэффективности процесса подготовки нефти к транспортировке по магистральному трубопроводу. А именно: проанализировано рациональное использование энергетических ресурсов; озвучен вариант снижения затрат на объекте подготовки нефти путем изменения технологии кустового сброса и очистки попутно-добываемой воды с использованием трубных аппаратов.

Ключевые слова: высоко обводненная продукция скважин, кустовой сброс воды, варианты установок.

Современное положение энергетической отрасли напрямую зависит от эффективной деятельности производства. Помимо повышения качества продукта, основной задачей является снижение затрат и ресурсов для обеспечения производственной деятельности.

Статистические данные, опубликованные в Журнале «Нефтесервис» от 26 февраля 2020 г., определяют электроэнергию, затраченную на добычу, подготовку и транспортировку нефти за 2019 год, как 13,3% от всего количества энергии, произведенной в Российской Федерации за весь 2019 год. А это: 146 млрд кВт затраченной энергии на нефтяное производство, из общего количества в 1096,43 млрд кВт. Энергозатратный процесс добычи пластовой нефти заключается в специфическом процессе нефтяной промышленности, связанный с обводненностью нефти и процессом поддержания пластового давления.

Если привести к общей системе единиц затраченную энергию на добычу к единице в 1 баррель, то за весь период разработки скважины, происходят изменения, когда на первом-втором этапе на 1 баррель затраченной энергии добывалось порядка 100 баррелей нефти, то после того, как проходит пиковый порог добычи второго этапа (рис. 1), и начинается спад, на 1 баррель энергии приходится до 25 баррелей добытой нефти. Сокращение эффективности в 4 раза можно расценивать следующим образом: во-первых, неизбежное истощение природных ресурсов, так как это необратимый процесс и не зависящий от человека, то он невозвратный. Во-вторых, увеличение в 4 раза мощности и затрат на добычу. Последнее заключение полностью зависит от человека, и от того, как оснащение будет модернизировано.

Данные показатели, в основном характерны для нефтяных месторождений, находящихся на третьей и более поздней стадии разработки, где низкий дебет и высокая, порядка 90%, обводненность нефти дают стабильно минимальный объем извлекаемой нефти из месторождения. Как правило, третий и последующие этапы разработки месторождения длятся дольше всего, со стабильным, но постепенно уменьшающимся объемом добычи в год. Чтобы повысить КПД месторождения на третьем и остальных этапах, необходимо прибегнуть к варианту кустового сброса воды.

Учитывая, что нефтегазовый комплекс относится в сложной Вертикально-интегрированной системе предприятий (ВИСП), то любые изменения процесса производства, а также финансирование учитываются в управленческом учете, в котором суще-

ствуют три основные цели: калькулирование и планирование затрат; принятие решений; контроль и регулирование затрат. От возникновения проблемы, до принятия решения и реализации, проект проходит необходимые стадии для воплощения в реальное производство, итогом данного процесса является обеспечение экономического использования ресурсов и максимальная отдача от них.

Возвращаясь к рассмотрению поставленной проблемы, стоит отметить, что вариантов изменения и модернизации цикла процесса подготовки нефти к транспортировке много, поэтому выбор разработки новаторского проекта зависит от% эффективности на предприятии. На данный момент повышение КПД нефтяной промышленности на участке подготовки нефти будет ощутимо увеличен, при изменениях, касающихся подготовки воды на ранних участках добычи обводненной нефти.

Увеличение энергоэффективности добычи и транспортировки высоко-обводненных нефтяных эмульсий считается злободневной задачей из-за наращивания объемов перекачки балластных вод и подъема производственных потерь.

Очевидно, что увеличенное количество обводненной продукции вместе с увеличением объемов добычи обеспечивает высокую нагрузку на рабочее оборудование существующих установок предварительного сброса воды (УПСВ) и подготовки нефти (УПН). Системой решений, предназначенной для подобных ситуаций, являются расширение системы сбора и подготовки нефти и воды. К сожалению, данный вариант не всегда оправдан, и дает необходимый результат. Такое неэффективное решение зависит от капитальных вложений для подготовки нефти, зачастую — это разовые финансовые затраты, фактически не окупающиеся, и постоянно возрастающие эксплуатационные расходы.

В связи с этим отделение части попутно-добываемой воды, находящейся в свободном состоянии, непосредственно на ранних участках добычи (кустах добывающих скважин, групповых замерных установках, площадках дожимных насосных станций), ее подготовка и последующая откачка в систему поддержания пластового давления (ППД), является актуальной задачей, для решения которой необходимо проведение дополнительных лабораторных и практических экспериментов.

Главная задача, необходимая для тщательного исследования заключается в совершенствовании схем и технологий, а также разработке технических средств отделения и подготовки воды



Рис. 1. Стадии разработки эксплуатационного объекта

на ранних участках добычи обводненной нефти. Фактически задача сужается до переноса куста УПН и УПСВ как можно ближе к скважине бурения. Таким образом, уменьшая расстояние, мы компенсируем расходы. При уменьшении перемещения транспортируемой жидкости обратно в пласт происходит увеличение доходности и сокращение затрат на производство, тем самым задача будет считаться решенной в пользу производителя.

Для поддержания жизнеобеспечения проекта, как было сказано ранее, в сложных вертикально-интегрированных системах предприятий, необходимо разработать план для подготовки реализации трудно затратного процесса переноса куста УПСВ к скважине бурения, для этого необходимо пройти алгоритм, в котором аналитический сбор необходимой информации даст реальную картину затрат и окупаемости, результатом которой станет целесообразность проекта.

Топливо-энергетический комплекс России включает в себя отрасли со сложным технологическим процессом производства или добычи топливо-энергетических ресурсов. Касательно нефтяной промышленности процесс скважинной механизированной добычи энергоемкий и дорогостоящий. Это связано с тем, что по статистике 75–80% месторождений используют нефтяные насосы погружного типа с электроцентробежным приводом. По нормативным показателям, данный тип насосов имеет невысокий КПД и высокое удельное энергопотребление — до 10...15 кВт·ч/м³ жидкости. В связи с данными параметрами и отсутствием как таковых аналогов погружному насосу, предприятия нефтяной промышленности стремятся любыми возможными способами сократить затраты на добычу и повысить эффективность.

Принцип действия погружного насоса заключается в извлечении природных залежей, но, как правило, в состав поднятой жидкости входит вода, которая по своим техническим свойствам является неизбежной потерей для объекта промышленности. В свою очередь, технология замещения поднятого сырья и закачки пластовой воды необходима для функционирования скважины. Анализируя процесс добычи нефти, и необходимые издержки в качестве операций с пластовой водой, образуется задача: предотвратить или минимизировать энергозатраты связанные с перекачкой воды «по кругу».

Поставленная задача не касается расчётов определенной скважины, в статье приведены таблицы для анализа усредненных показателей. Основываясь на данных из статьи «Анализ потерь энергии в технологических элементах установок скважинных нефтедобывающих насосов»¹, суммарная потребляемая мощность установки в узлах ЭЦН составляет: 163,94 кВт, где самым энергоемким технологическим процессом на нефтедобывающих предприятиях является механизированная скважинная добыча, на долю которой приходится более 50% всей потребляемой электроэнергии.

Возвращаясь к данным о 3й и 4ой стадии эксплуатации скважины следует отметить, что на долю всего добытого сырья,

приходится порядка 60–90% воды, в зависимости от периода добычи, это порядка 32.8–63.9 кВт издержек. Дальнейший процесс переработки нефти и обратный цикл доставки воды внутрь пласта только увеличивает показатели энергоресурсов, что повышает себестоимость сырья.

Запатентованные отечественными конструкторами установки, способны качественно и быстро обеспечить сброс пластовых вод, по характеристике удовлетворяющим геологическим условиям пласта. Главной особенностью является монтаж установки без критичных функциональных изменений на нефтепроводе.

При использовании установок сокращаются объемы балластных перекачек и уменьшается зона агрессивной коррозии. Основными объектами внедрения СПСВ и ШПСВ в нефтяных компаниях становятся системы нефтесбора с ограниченной пропускной способностью и ДНС с нагрузкой выше проектной мощности.

Предварительные подсчеты доказывают необходимость использования дополнительного оборудования на скважинах третьего и последующих циклов разработки. В связи с чем экономия затрат обеспечит снижение стоимости сырья. Влияние дополнительных затрат на систему конструкций по сбросу балластных вод и установку на нефтепроводе положительно влияют на конечный результат, что доказывает неизбежность дополнительных мероприятий по монтажу СПСВ или ШПСВ на скважинах третьего и выше стадий.

На основе предварительных заключений по общему анализу рынка и процессов усовершенствования технологии предварительного сброса пластовой воды мы расширили варианты усовершенствования установки типа СПСВ и ШПСВ, добавив в конструкцию систему собственной электростанции. Таким образом, мы получаем увеличение КПД с первоначальной балластовой воды. Следствием чего становится увеличение полезности: во-первых, с предварительного сброса за счет уменьшения расстояния перекачиваемой жидкости, а во-вторых, добавление проточной турбины выводит нахождение воды в плюс.

Изучив многие варианты получения энергии, а именно электрической, из течения жидкости с высоким давлением было принято использование проточной турбины на отводе УУВ от центрального трубопровода. Там самым образовывается постоянный источник питания с переменным током.

Предполагаемый этап установки дополнительного оборудования должен проходить одновременно с установкой СПСВ или ШПСВ, что в итоге увеличит экономию на завершающих этапах эксплуатации месторождения. На данный момент проводится анализ возможности добавления в проект данной установки до введения скважины в эксплуатацию. Однозначно можно сказать, что при должной работе цикла произойдет удешевление барреля нефти от 3% и выше. Только аналитические и расчётные данные смогут показать реальную эффективность применения установок для предварительного сброса воды.

Литература:

1. Семисынов Р. А., Киселев Е. С., Хакимьянов М. И. Анализ потерь энергии в технологических элементах установок скважинных нефтедобывающих насосов. — Уфа, Электронный научный журнал нефтегазовое дело, ФГБОУ ВПО УГНТУ, № 6, 2015 г. — 179–198 с.

2. О кустовом сбросе и утилизации попутно добываемой воды. Ишемгузин Е.И., Шаякберов Э.В., Шаякберов В.Ф. ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Российская Федерация ООО «РН-Уфа-НИПИнефть», г. Уфа, Российская Федерация.
3. Шаякберов В.Ф. Скважинная установка сброса воды для кустов скважин. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2009. № 3. С. 15–16.

Разработка двухсекционного прототипа манипулятора на гибких связях

Бурлачук Александр Михайлович, студент магистратуры
 Московский государственный технологический университет «Станкин»

Статья посвящена разработке прототипа манипулятора на гибких связях для работы в труднодоступных средах. В работе представлена математическая модель и приводится решение прямой задачи кинематики для манипулятора с управляемым изгибом. Также дается описание разработанного прототипа и описывается экспериментальное исследование, целью которого являлась проверка правильности математической модели и работоспособности самого манипулятора.

Ключевые слова: манипулятор с управляемым изгибом, математическая модель, прямая задача кинематики.

Введение. В настоящее время использование гибких манипуляторов, имеющих змеевидную форму, способно принести огромную пользу в областях, где использование манипуляторов с жесткими звеньями затруднено или невозможно. Обладая высокой подвижностью и большими значениями коэффициента сервиса, данный класс манипуляторов может применяться для проведения аварийно-спасательных работ или в медицине в области минимально инвазивной хирургии.

Первым шагом в разработке прототипа манипулятора с управляемым изгибом является составление и анализ математической модели, которая будет заложена в основу системы управления. Существуют ряд отечественных [1,2] и зарубежных исследований, описывающие различные кинематические модели манипуляторов с управляемым изгибом. В зависимости от конструктивных особенностей манипуляторов, данные модели имеют свои особенности.

Система управления разработанного манипулятора основана на кинематической модели, предложенной Bryan Jones и Ian Walker [3,4]. Данный подход основан на модификации метода Денавита-Хартенберга. В качестве новых параметров используются длина одной секции s , кривизна этой секции k , угол поворота секции φ относительно оси z (рис. 1).

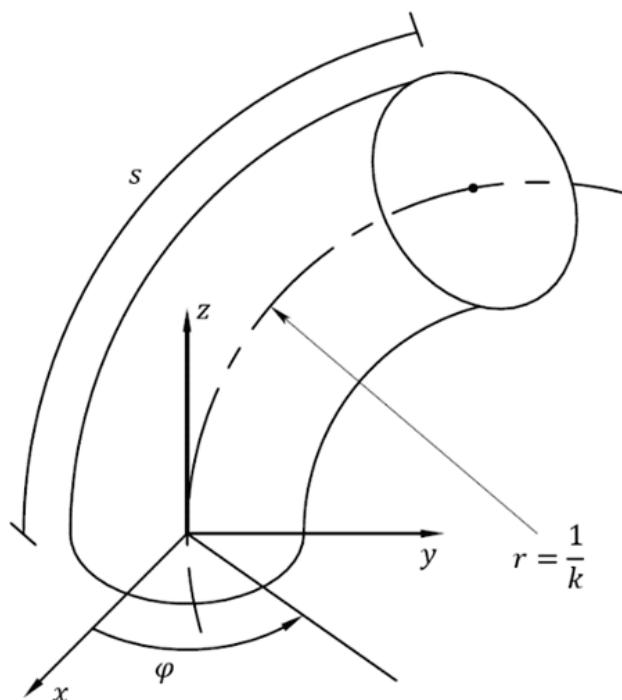


Рис. 1. Переменные манипулятора s, k, φ

Итоговая матрица преобразования для одной секции манипулятора будет иметь следующий вид:

$$A = \begin{bmatrix} \cos^2(\varphi)\cos(ks-1)+1 & -\sin(\varphi)\cos(\varphi)\cos(ks-1) & \cos(\varphi)\sin(ks) & \frac{\cos(\varphi)[\cos(ks)-1]}{k} \\ \sin(\varphi)\cos(\varphi)\cos(ks-1) & \cos^2(\varphi)\cos(1-ks)+\cos(ks) & \sin(\varphi)\sin(ks) & \frac{\sin(\varphi)[\cos(ks)-1]}{k} \\ -\cos(\varphi)\sin(ks) & -\sin(\varphi)\sin(ks) & \cos(ks) & \frac{\sin(ks)}{k} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Решением прямой задачи кинематики для гибкого манипулятора с n-секциями будет являться произведение матриц, соответствующее количеству этих секций:

$$A_n = \prod_{i=1}^n A_i.$$

Полученное решение позволяет определить рабочую зону манипулятора, а также получить его конфигурации при заданных параметрах. Моделирование происходит с использованием пакета прикладных программ MatLab и Simulink со значениями длин

секций $s_1 = s_2 = 0.18$ м, и кривизны изгибов каждой секции $k_{1,2} \in \left[-\frac{\pi}{s}, \frac{\pi}{s}\right]$, то есть каждая секция способна изгибаться на угол $\beta = 180^\circ$.

Разработанный манипулятор может применяться для выполнения поисково-спасательных работ. Прототип состоит из двух последовательно соединённых секций, каждая из которых приводится в движение, благодаря использованию трех внутренних тросов, смещенных на 120° относительно друг друга. Приведение движения тросам от двигателя осуществляется с помощью передачи винт-гайка скольжения, стальной направляющей и специальной каретки. В центре проходит полый пружинный трос, который придает необходимую гибкость конструкции. На рисунке 3 представлен разработанный прототип манипулятора.

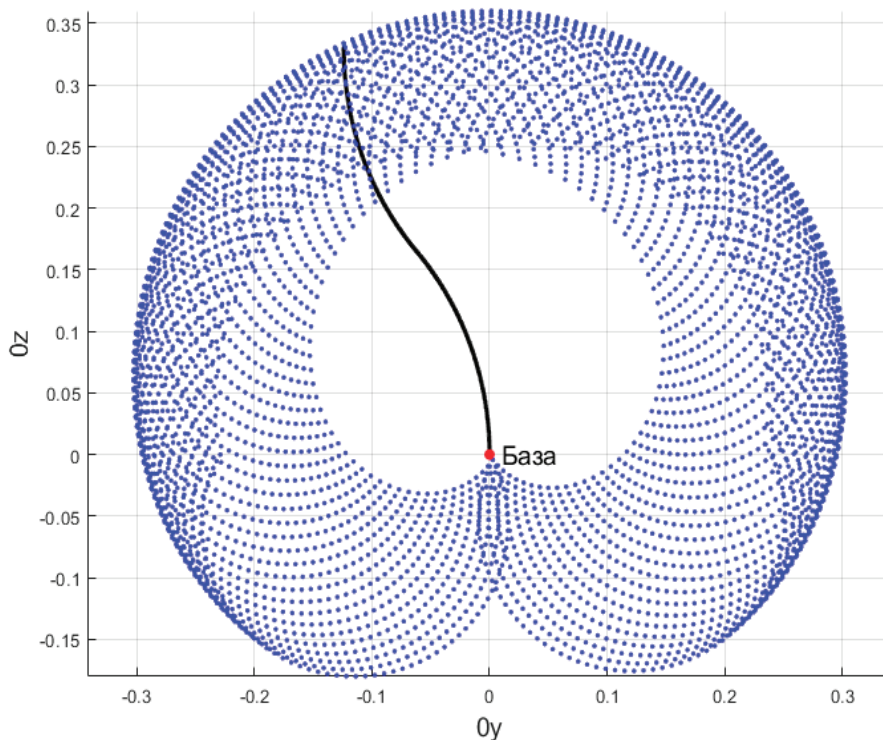


Рис. 2. Рабочая зона двухсекционного манипулятора в плоскости yz



Рис. 3. Манипулятор на гибких связях

Каждая секция состоит из пяти отдельных элементов, соединённых между собой по средству шарнира Гука (рис. 4). Соединение состоит из двух сборных вилок, соединённым крестообразным элементом, образующих кинематические пары с взаимно перпендикулярными осями.

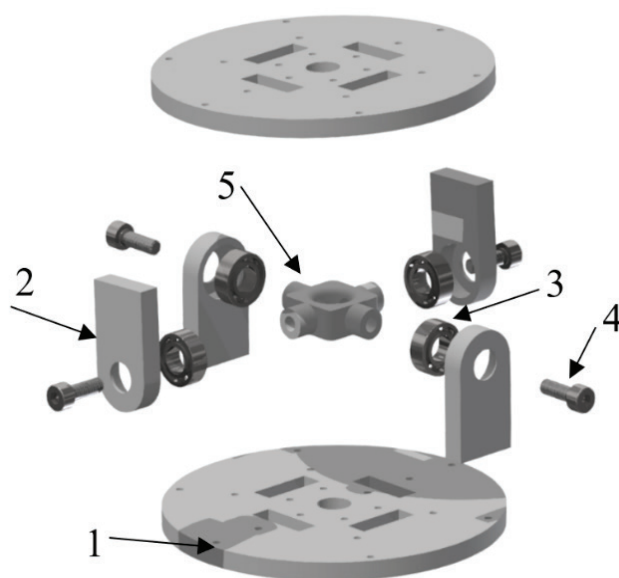


Рис. 4. Разборное соединение сегментов манипулятора

Сегменты (1) имеют наружный диаметр $d_c = 90 \text{ мм}$. Для фиксированного положения и обеспечения лучшего вращения с наименьшим сопротивлением, в посадочные места вилок (2) запрессовываются подшипники 618/7 ZZT (3). Преимущество данной конструкции заключается в том, что соединение является разборным. В качестве крепежного элемента выступают винты din912 M4 (4) с внутренним шестигранником, заходящими в крестовину (5). Головки этих винтов являются посадочными валами для подшипников.

Основной задачей эксперимента является проверка правильности математической модели и работоспособности самого манипулятора. Результаты эксперимента представлены на рисунках 5,6,7,8.

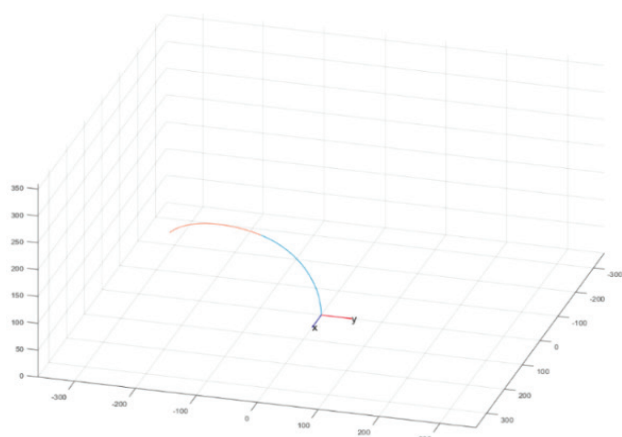


Рис. 5. Конфигурация при $k_1 = 0.007, \varphi_1 = \frac{\pi}{2}, k_2 = 0.008, \varphi_2 = 0$

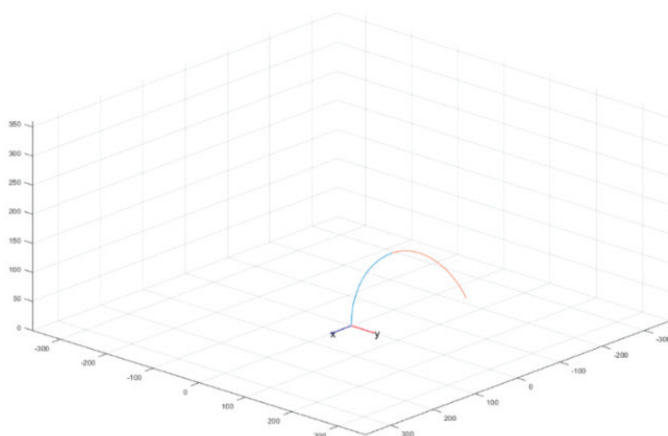


Рис. 6. Конфигурация при $k_1 = 0.006, \varphi_1 = \frac{3\pi}{2}, k_2 = 0.008, \varphi_2 = \frac{3\pi}{2}$

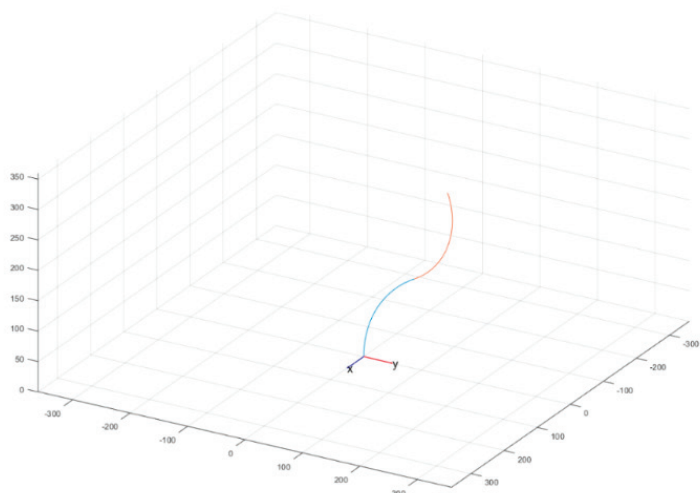


Рис. 7. Конфигурация при $k_1 = 0.006, \varphi_1 = \frac{3\pi}{2}, k_2 = 0.008, \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

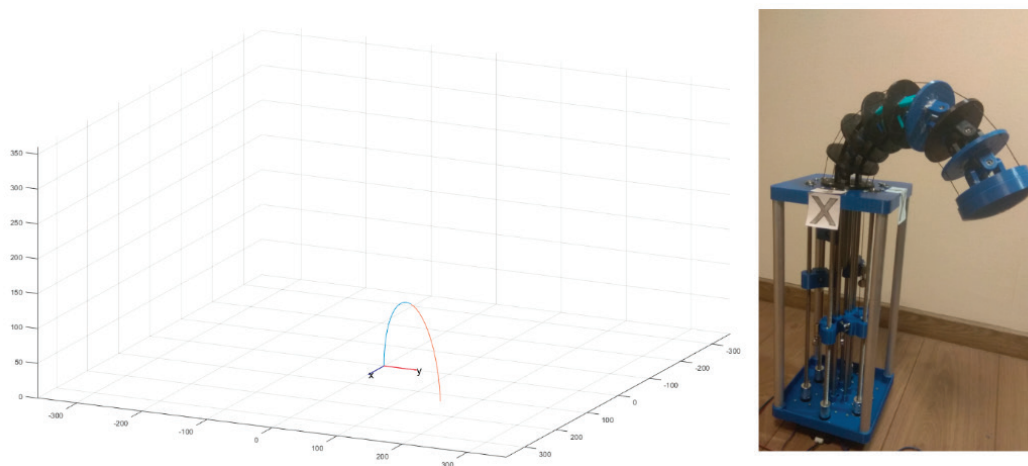


Рис. 8. Конфигурация манипулятора при $k_1 = k_2 = 0.0085, \varphi_1 = \varphi_2 = \frac{5\pi}{4}$

Проведенное экспериментальное исследование позволило подтвердить выбранную математическую модель. Следует отметить, что сильное влияние на движения манипулятора оказывают динамические свойства конструкции гибких секций. Для более корректной работы необходимы дополнительные исследования и доработка гибкой части манипулятора.

Литература:

1. Богданов Д. Р., Даринцев О. В. Кинематика манипулятора с управляемым изгибом на базе твердых элементов со сферической поверхностью. Мехатроника, автоматизация, управление. 2015; 16(10): 671–678.
2. Семёнов К. Д., Мазунин И. Д., Каменских А. Д., Фищенко П. А., Медяков А. А. Применение основ мехатроники для разработки эффективного манипулятора на основе гибких сочленений // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2015. Т. 2. № 2. С. 850–853.
3. M. W. Hannan and I. D. Walker, «Kinematics and the Implementation of an Elephant’s Trunk Manipulator and Other Continuum Style Robots», In: Journal of Robotic Systems, 20(2), 2003, pp. 45–63.
4. Jones, B. A. and Walker, I. D. (2006). Kinematics for multisession continuum robots. IEEE Transactions on Robotics, 22(1):43–55.

Исследование математической модели электрической активности сердца как объекта управления

Капралова Елизавета Александровна, студент
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина)

В данной статье объектом исследования является электрическая активность сердца. Цель работы — изучение основной теории электрокардиографии, разработка программного обеспечения, которое генерирует искусственный сигнал ЭКГ в разных отведениях при различных патологиях, исследование электрической активности сердца как объекта управления при помощи искусственного электрического раздражающего импульса.

Ключевые слова: QRS, сигнал, зубец, электрическая активность сердца, искусственный сигнал, ЭКГ.

Введение

В нашем мире медицина всегда была очень важна. Благодаря прогрессу в данной области, мы можем лечить различные болезни, которые раньше считались неизлечимыми. С развитием техники стало проще ставить диагноз, медицинская аппаратура позволяет увидеть то, чего не может увидеть глаз человека, что не позволит узнать ни один метод пальпации и аускультации.

Сердце является большим насосом для перекачки крови в организме. Любые отклонения в его работе могут привести к очень серьезным заболеваниям. В медицине самым информативным методом диагностики патологий сердца считается электрокардиография (ЭКГ). Разработка программ для анализа электрокардиосигналов (ЭКС) является актуальной задачей на сегодняшний день. Поэтому, в данной работе решено было разработать программу, которая поможет понять при каких параметрах состояния органа возникают различные отклонения в его работе, как это влияет на картинку ЭКГ, и как мы можем на это повлиять.

1. Основы электрокардиографии

Для снятия ЭКГ пользуются металлическими пластинами (электродами), которые накладывают на различные участки поверхности тела и присоединяют к гальванометру. Участки тела выбирают такие, которые дают наибольшую разность потенциалов. Запись ЭКГ в нормальных условиях проводится в 12 общепринятых отведениях:

- 1) Стандартные отведения (I, II, III);
- 2) Усиленные однополюсные отведения от конечностей (aVL, aVR, aVF);
- 3) Грудные отведения (V_1 – V_6).

При этом скорость движения ЭКГ ленты 50 мм/с, а контрольный милливольт равен 10 мм [1].

Электрокардиограмма регистрирует электрические процессы в миокарде: деполяризацию (происходит сокращение мышц сердца) и реполяризацию (происходит расслабление мышц сердца) клеток миокарда.

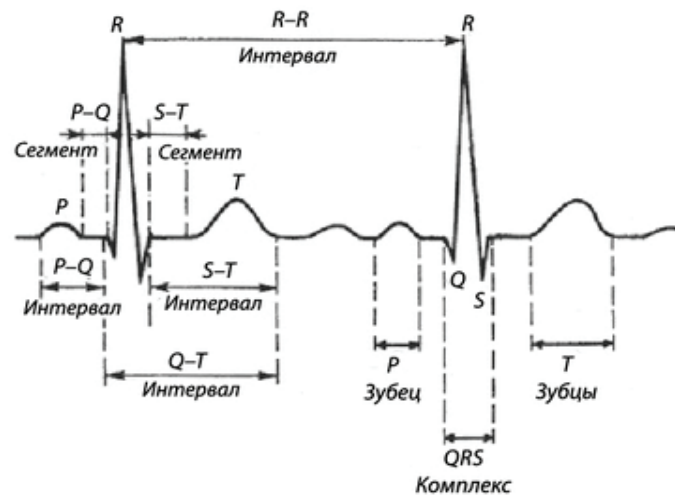


Рис. 1. Зубцы, сегменты и интервалы ЭКГ

Зубцы на картинке ЭКГ — это четко и резко обозначенные выпуклости на графике. Сегмент — это отрезок прямой линии, который соединяет два зубца. А интервал — это временное расстояние от начала одного зубца до начала другого зубца, то есть он состоит из зубца и сегмента. Все они характеризуют различные процессы:

- Зубец P — сокращение предсердий, т.е. деполяризация предсердий;
- QRS — желудочковый комплекс, который регистрируется во время возбуждения желудочков сердца;
- Зубец T — расслабление желудочков, т.е. их реполяризация;
- Зубец U — неустойчивый зубец, определяется редко.
- Сегмент ST — время от момента окончания распространения возбуждения желудочков сердца до начала восстановления желудочков;
- Интервал PQ — время прохождения возбуждения по AV-узлу и по предсердиям до миокарда желудочков;
- Интервал QT — возбуждение всех отделов желудочков сердца;
- Интервал TP — период расслабления сердца.

2. Моделирование нормальной ЭКГ

2.1. Временные кардиологические ряды

При анализе ЭКГ можно использовать различные модели электрокардиологических систем, которые принадлежат к разным классам патологий, это существенно поможет при диагностике заболеваний. В основе математических моделей ЭКГ лежит опи-

сание частотной или временной области, при этом используются различные методы. Сигнал ЭКГ можно представить в виде временных кардиологических рядов, которые будут отвечать всем общим задачам анализа простых временных рядов. Например, выявление тренда, в кардиологии это очень важно при суточном мониторинге. Различные «сезонные колебания» в кардиологии изучаются при действии медицинских препаратов на работу сердца [2].

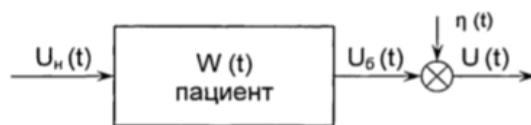


Рис. 2. Блок-схема ВКР

$U_n(t)$ — ВКР нормальной ЭКГ;

$U_0(t)$ — ВКР ЭКГ больного;

$\eta(t)$ — некоррелированный шум.

Представим ЭКГ в таком виде:

$$U_n(t) = U(nt)$$

$U_n(t)$ — последовательность дискретных отсчетов;

$n \in [0; N-1]$, $N = 1000$ — индекс отсчетов;

$\Delta t = 1$ с.

Проведены исследования, которые показывают, что ВКР такой модели включают в себя некоторый шум, различные циклические компоненты и тренд. Шум может быть и методическим, и физическим. Методический шум образуется в виде остаточного ряда после вычитания циклических составляющих из исходного тренда и является мешающим фактором.

Трендом временного ряда называют медленные изменения различных параметров исследуемого процесса. Спектральный анализ в кардиологии необходим для изучения течения различных болезней, например, ишемической болезни сердца, а также для выявления аритмий на ранних стадиях.

В спектральном методе исследования ВКР зачастую встречается метод преобразования Фурье. Благодаря этому методу, можно сравнивать результаты и выводы. Существует также метод Прони, с его помощью можно получить реальный спектр и определить наличие циклических в ВКР, что позволит найти реальные гармоники в спектре мощности [2].

Общий вид линейной модели ВКР на основе нормальной ЭКГ:

$$U_n(t) = U_{n0}(t) + \sum_{n,m=0}^{N-1} U_{nm}(t) \exp\left(-\frac{j2\pi nm}{1000}\right) + \eta_n(t)$$

Где $U_{n0}(t)$ — это тренд, который выражается полиномом 1-й степени, $\eta_n(t)$ — остаточный ряд.

Теперь рассмотрим гармоническую часть, она является дискретным преобразованием Фурье. Но если ряд является суммой вещественных и незатухающих синусоид, то ВКР представляется спектром Прони:

$$\dot{U}_n = \sum_{n,m}^p U_m(t) \cos(2\pi f_m n \Delta t + \theta_m)$$

Где p — это количество гармоник, присутствующих в исходном процессе, θ_m — фаза каждой гармоники.

2.2. Представление сигнала ЭКГ рядами Фурье

Известно, что любую периодическую функцию, которая удовлетворяет условиям Дирихле, можно представить в виде тригонометрического ряда Фурье.

Ряд Фурье функции $f(x)$:

$$f(x) = \left(\frac{a_0}{2}\right) + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\left(\frac{n\pi x}{l}\right) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right)$$

Коэффициенты ряда Фурье:

$$a_0 = \frac{1}{L} \int_T f(x) dx, \quad T = L \tag{1}$$

$$a_n = \frac{1}{L} \int_T f(x) \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) dx, n = 1, 2, 3 \dots \tag{2}$$

$$b_n = \frac{1}{L} \int_T f(x) \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) dx, n = 1, 2, 3 \dots \tag{3}$$

Сигнал ЭКГ является периодическим сигналом, имеющим основную частоту сердечных сокращений. Такой сигнал ЭКГ удовлетворяет всем условиям Дирихле:

- 1) Сигнал однозначный и конечный на заданном интервале;
- 2) Сигнал имеет конечное количество точек строгого экстремума;
- 3) Сигнал имеет конечное количество точек разрыва;
- 4) Сигнал является абсолютно интегрируемым.

Исходя из вышеперечисленных фактов, мы можем представить сигнал ЭКГ с помощью ряда Фурье.

Посмотрим на график ЭКГ и заметим, что один период данного сигнала состоит из совокупности синусоидальных и треугольных форм волн. Получается, что любой зубец такого сигнала мы можем представить любым другим зубцом такой же формы этого же сигнала, если сдвинуть его по оси и изменить масштаб, то есть поменять определенные коэффициенты. Например, на рисунке 1 видно, что комплекс QRS состоит из треугольных форм волн. А вот зубцы P, T и U состоят уже из синусоид.

Получается, чтобы нарисовать сигнал ЭКГ необходимо сначала сгенерировать каждую часть сигнала отдельно, а уж потом нарисовать их на одном графике в нужном порядке. Возьмем комплекс QRS за центр сигнала. Все смещения будут относительно этой части сигнала (рис. 3). Затем составляем соответствующую систему уравнений, считаем коэффициенты и получаем ряд Фурье. После чего представляем наш с сигнал в виде синусоиды, далее проделываем те же самые действия и находим ряд Фурье.

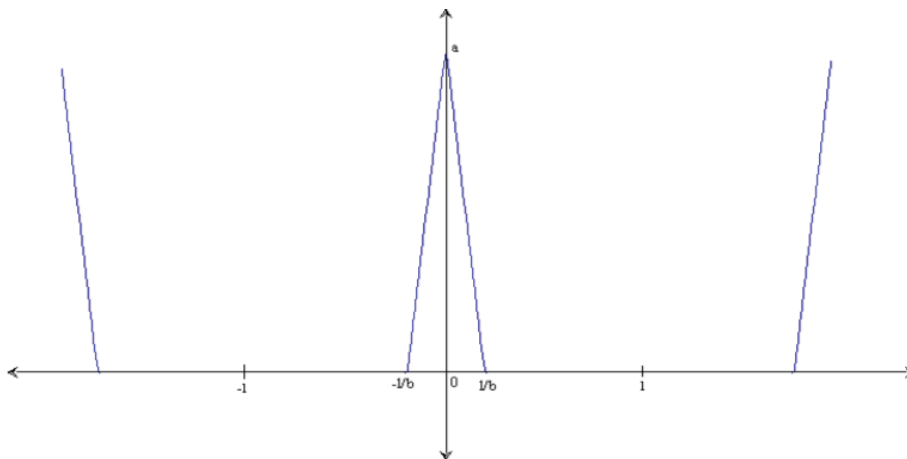


Рис. 3. Обозначение центра сигнала

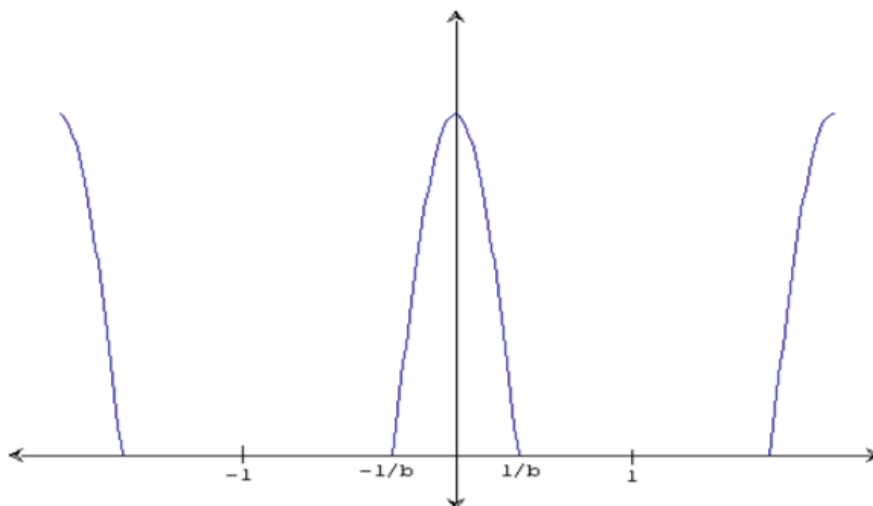


Рис. 4. Представление центра сигнала в виде синусоиды

Благодаря этим вычислениям было разработано программное обеспечение, которое генерирует искусственный сигнал ЭКГ по стандартным отведениям. Данная программа демонстрирует сигнал ЭКГ при различных параметрах, что позволяет оценить их и помогает понять, каким образом нам необходимо воздействовать на сердце, чтобы управлять его электрической активностью, что актуально для начинающих кардиологов.

На рисунке 5 представлены различные варианты генерирования искусственного сигнала ЭКГ. На первой картинке изображен нормальный сигнал ЭКГ. На второй картинке изображена особенность, когда зубец Р зазубрен. На третьей картинке уже патология, зубец Р имеет завышенную амплитуду, такое бывает при синусовой тахикардии. На четвертой картинке тот особый случай, когда отсутствует зубец U.

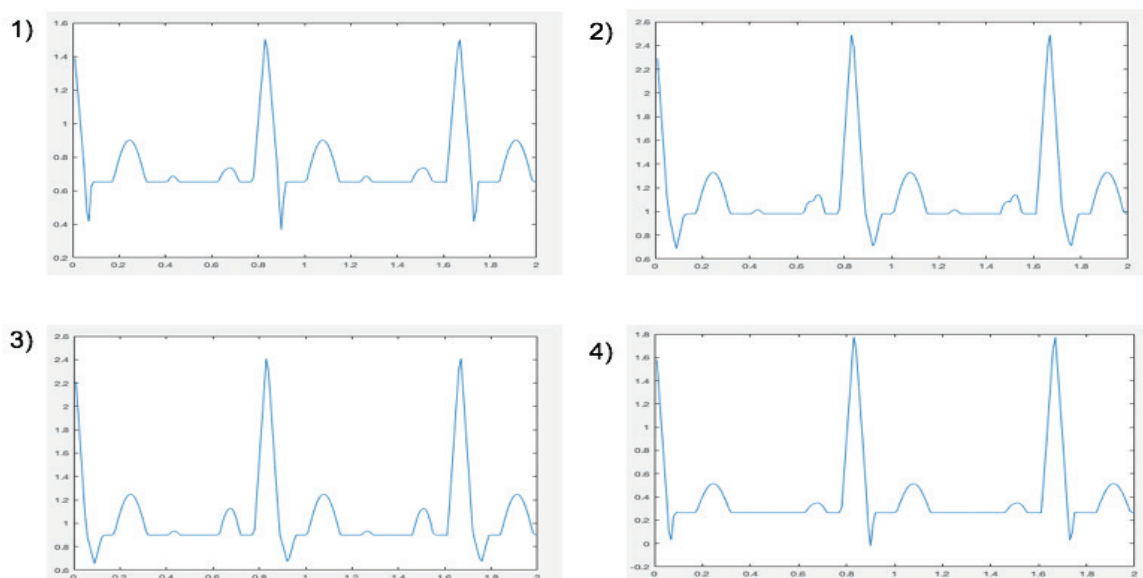


Рис. 5. Генерируемые сигналы ЭКГ

3. Сердце как объект управления

Объектом управления является мышца желудочка сердца или предсердия. Управлять мы хотим с помощью сокращения мышцы сердца при искусственном электрическом раздражении, которое нам дает электрокардиостимулятор. На выходе данного устройства генерируются электрические раздражающие импульсы с определенной последовательностью. Таким образом можно управлять работой сердца и его электрической активностью [5].

Рассмотрим структурную схему системы управления работой ЭКС:

- 1) Выходной каскад — блок, который генерирует сигнал;
- 2) Детектор спонтанной активности сердца — схема, которая получает данные об электрической активности сердца и обеспечивает синхронизацию работы организма и электрокардиостимулятора;
- 3) Блок частотной регуляции — адаптирует частоту стимуляции к различным физиологическим потребностям пациента;
- 4) Система управления — схема, которая обеспечивает управление всеми блоками;
- 5) Блок ввода-вывода информации — блок, который обеспечивает изменения режима работы кардиостимулятора;
- 6) Блок питания.

На рисунке 7 изображена система с удаленным управлением. Такая система является автономной и состоит из стимулятора (он на рисунке) и программатора. Получается, что мы можем управлять стимулятором, даже если не имеем прямого доступа к нему. Такую систему используют в имплантируемых кардиостимуляторах.

В эту систему решено было добавить регулятор чувствительности, благодаря которому стимулятор реагирует даже на малейшие изменения эмоций человека. Также данный регулятор увеличивает быстродействие системы. На выходном каскаде у нас имеется обратная связь, что позволяет отделять шумы выходного искусственного импульса на входном сигнале. Обратная связь синхронизирует работу кардиостимулятора с организмом человека, таким образом повышается эффективность прибора.

С дальнейшим развитием технологий необходимо уменьшать энергозатратность кардиостимуляторов, а также уменьшать их размер и повышать функциональность. Например, кардиостимуляторы могут иметь информационный выход на портативное устройство. Все данные будут отправляться также лечащему врачу, будет проводиться суточный мониторинг работы сердца, что позволит в дальнейшем предугадать и избежать неожиданной госпитализации.

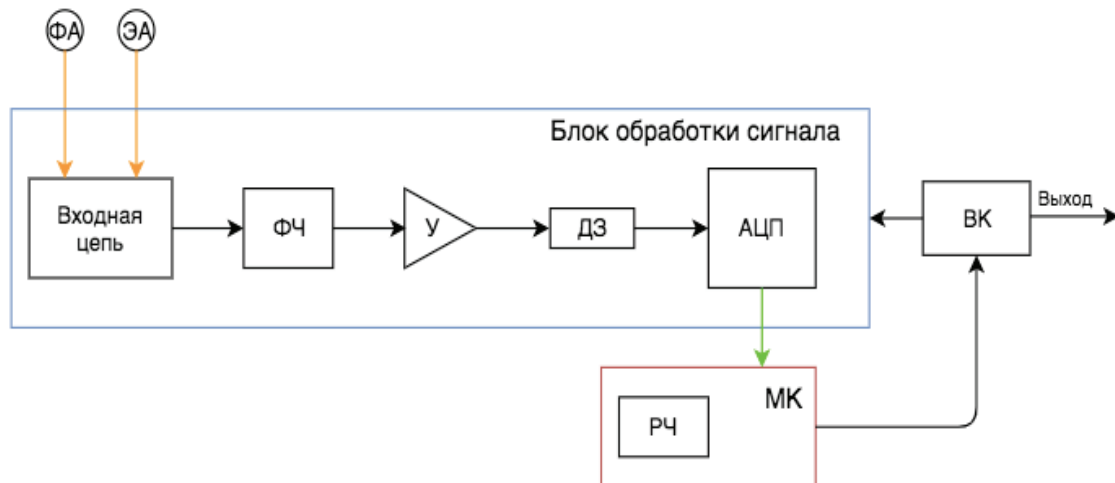


Рис. 6. Структурная схема кардиостимулятора

Литература:

1. Орлов В. Н., Руководство по электрокардиографии. Медицинское информационное агенство. Москва. 2003. 526 с.
2. Сергейчик О. И., Модели и алгоритмы спектрального анализа обработки кардиологических временных рядов: автореф. дисс. канд. техн. наук / ИПОС ТНЦ СО РАН и филиале ГУ НИИ кардиологи ТНЦ СО РАМН, Тюмень, 2007.
3. Т. Ю. Беклер, Моделирование искусственных электрокардиограмм нормальной и патологической формы // ISSN0452–9910. Кибернетика и вычисл.техника.2012, выпуск № 169. 33с.
4. Шишкин М. А., Матлаб модель генератора ЭКГ сигнала на основе частотного преобразования / М. А. Шишкин, О. А. Бутова, Л. В. Фетюхина, Е. Б. Ахизер, О. И. Дунаевская // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. Харьков: НТУ «ХПИ». 2018. № 26(1302). Т. 1. С. 140–147.
5. Тризна В. В., Электростимуляторы для управления деятельностью сердца: автореф. дисс. канд. техн. наук / Томск, 2012.

Система подготовки водителей транспортных средств

Малий Владимир Иванович, кандидат педагогических наук, доцент;
 Кузьмин Никита Александрович, студент;
 Яскевич Евгений Сергеевич, студент;
 Фирсов Виктор Игоревич, студент;
 Паушев Игорь Сергеевич, студент;
 Подгорный Кирилл Эдуардович, студент;
 Чусов Павел Владимирович, студент;
 Литвинов Николай Владимирович, студент
 Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

Статья раскрывает проблему вождения транспортных средств водителями в опасных дорожных условиях, а также его способность управлять автомобилем в любых дорожных условиях в течение всего рабочего времени.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, транспортное средство, тренажеры водителей

Известна программа профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий, которая включает в себя как учебные предметы, так и специальные (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 26 декабря 2013 г. № 1408 г. Москва Зарегистрирован в Минюсте РФ 9 июля 2014 г. Регистрационный № 33026). Недостатком его яв-

ляется дефицит время, который отводится на освоение учебных предметов, теоретических и практических занятий.

Прототипом предлагаемой модели является патент на изобретение. Сущность изобретения: тренажер содержит испытательную трассу с защитным ограждением, объемные макеты транспортных средств, путепроводы, подвижные тележки с вертикальными стойками, несущими поворотные головки

с датчиками столкновения, электроприводы перемещения тележек, блоки управления, многопозиционный дорожный знак, блоки памяти, элементы задержки, сумматор, блоки сравнения, формирователи импульсов, звуковой сигнализатор, задатчик программ, датчики рубежа, последовательно расположенные на испытательной трассе. Определенное соединение элементов схемы устройства дает возможность после совершения водителем неправильных действий повторить упражнение и отработать правильные действия в условиях различных дорожно-транспортных ситуаций. Недостатком данной модели является невозможность его использования на этапе совершенствования мастерства вождения, т.е. при обучении водителей действиям в типичных опасных дорожно-транспортных ситуациях, возникающих в различных ситуациях таких как, внезапное появление пешехода на проезжей части, выезд транспортного средства с прилегающей территории, железнодорожный переезд, внезапное ослепление водителя фарами встречного транспортного средства, залив лобового стекла водителя водой из под колес встречного или обгоняющего транспортного средства (условия недостаточной видимости), включение запрещающего сигнала светофора [1].

Данный недостаток можно устранить, что повысит эффективность процесса совершенствования мастерства вождения транспортных средств водителей в опасных дорожных ситуациях, а также его способность безошибочно управлять автомобилем в любых дорожных условиях в течение всего рабочего времени.

Устраняется данный недостаток таким образом: помимо тренажера водителя транспортного средства дополнительно

введены тренажеры водителя транспортного средства, которые осуществляют: внезапное появление пешехода на проезжей части; внезапный выезд транспортного средства с прилегающей территории; включение запрещающего сигнала на железнодорожном переезде; ослепление водителя; внезапный залив лобового стекла автомобиля потоком воды; включение запрещающего автомобильного и железнодорожного сигнала светофора

На рисунке 1 изображена система подготовки водителей транспортных средств, где: 1 — испытательная трасса, 2 — тренажер внезапного появления пешехода на проезжей части, 3 — тренажер внезапного выезда транспорта с прилегающей территории, 4 — тренажер внезапного включения запрещающего сигнала на железнодорожном переезде, 5 — тренажер внезапного ослепления водителя, 6 — тренажер внезапного залива лобового стекла автомобиля потоком воды, 7 — тренажер внезапного включения сигнала светофора, 8 — электроприводы, 9 — датчик плотности воздуха, 10 — датчик столкновения, 11 — видеорегистратор, 12 — электронный блок управления, 13 — персональный компьютер, 14 — пункт управления, 15 — шлагбаум, 16 — железнодорожный светофор, 17 — стоп линия, 18 — устройство ослепления

Система подготовки водителей транспортных средств содержит испытательную трассу 1 (рис. 1), замена объемных макетов транспортных средств, путепроводов, размещенных за пределами защитного ограждения по обе стороны от испытательной трассы, подвижных тележек, установленных на путепроводах и имеющих вертикальные стойки, на которых шарнирно установлены поворотные головки с датчиками столкновения, связанные посредством рычагов с объемными ма-

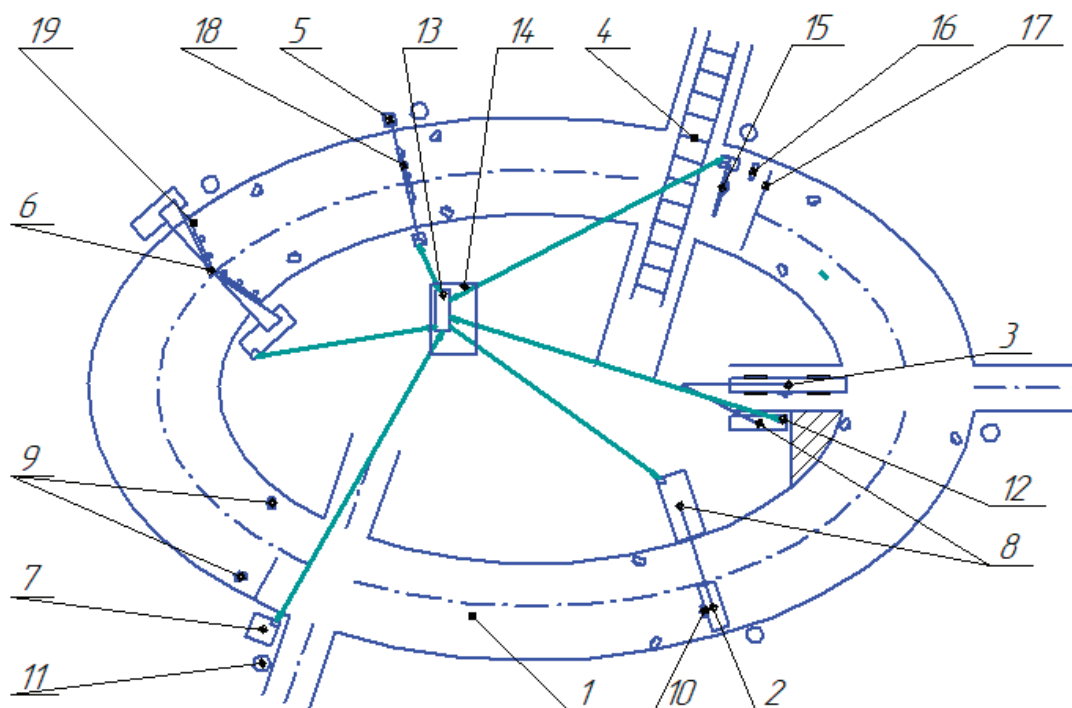


Рис. 1. Система подготовки транспортных средств

кетами транспортных средств, электропроводов перемещения подвижных тележек с блоками фиксирующих крайнее положение последних концевых выключателей, включенных в цепи изменения режима работы электродвигателей, два блока управления, многопозиционный дорожный знак, блоков контроля, включающих два блока памяти, элемента задержки, сумматора, блока сравнения и звукового сигнализатора, задатчика программ, трех датчиков рубежа, последовательно расположенных на испытательной трассе, первый из которых подключен к дополнительным входам блоков управления, второй и третий — соответственно к первому и второму входам блока контроля, третий и четвертый входы которого соединены с двумя датчиками столкновения, прямой выход первого блока памяти подключен к первому входу блока сравнения, выход которого соединен с входом звукового сигнализатора и с выходом блока контроля, связанным с входом задатчика программ, второй вход блока сравнения и вход элемента задержки подключены к второму входу блока контроля, третий и четвертый входы которого соединены с первым и вторым входами сумматора, выход элемента задержки подключен к установочным входам первого и второго блоков памяти, а выход сумматора — к основному входу второго блока памяти, инверсный выход которого подключен к третьему входу блока сравнения, выходы блоков управления подключены к входам электроприводов перемещения подвижных тележек, а основной вход второго блока управления — к первому выходу задатчика программ, к второму выходу которого подключен многопозиционный дорожный знак произведена на дополнительно введенные тренажеры водителя транспортного средства, которые осуществляют: внезапное появление пешехода на проезжей части 2 (рис. 1); внезапный выезд транспортного средства с прилегающей территории 3 (рис. 1); включение запрещающего сигнала на железнодорожном переезде 4 (рис. 1); ослепление водителя 5 (рис. 1); внезапный залив лобового стекла автомобиля потоком воды 6 (рис. 1); включение запрещающего автомобильного 7 (рис. 1) и железнодорожного 16 (рис. 1) сигнала светофора, шлагбаум 15 (рис. 1), стоп линии 16 (рис. 1), устройство ослепления 18 (фиг.1), устройство ослепления 18 (рис. 1), электроприводы 8 (рис. 1), датчики: плотности воздуха 9 (рис. 1), столкновения 10 (рис. 1), видеореги­стратор 11 (рис. 1) и электронный блок управления 12 (рис. 1) на каждый тренажер, пункт управления 14 (рис. 1) с установленным в нем персональным компьютером 13 (рис. 1), причем датчики: плотности воздуха 9 (рис. 1), столкновения осуществляют связь с тройным входом электронного блока 12 (рис. 1) управления, откуда электронный блок 12 (рис. 1) с первым выходным каналом соединяется с электроприводом 8 (рис. 1) соответствующего тренажера, второй выходной канал связан с персональным компьютером 13 (рис. 1), видеореги­стратор 11 (рис. 1), установленный у соответствующего макета связан с персональным компьютером 13 (рис. 1), причем датчики: плотности воздуха 9 (рис. 1), столкновения 10 (рис. 1) осуществляют связь с тройным входом электронного блока управления 12 (фиг.1), откуда электронный блок 12 (рис. 1) с первым выходным каналом соединяется с электроприводом 8 (рис. 11) соответствующего тренажера, второй выходной канал связан с персональным компьютером

13 (рис. 1), видеореги­стратор 11 (рис. 1) установленный у соответствующего макета связан с персональным компьютером 13 (рис. 1).

Работа системы подготовки водителей транспортных средств осуществляется следующим образом:

– упражнение «имитация внезапного появления пешехода на проезжей части». В исходном положении транспортное средство движется в прямом направлении по участку дороги 1 (рис. 1). Когда транспортное средство проезжает мимо датчика плотности воздуха 9 (рис. 1) формируется электрический сигнал, который поступает на электронный блок управления 12 (рис. 1). После того, как транспортное средство приблизится к имитирующему устройству на достаточное для выполнения экстренного торможения расстояние, срабатывает электронный блок управления 12 (рис. 1) и подает сигнал на электропривод 8 (рис. 1), исполнительный механизм которого поворачивается и на проезжей части появляется макет человека 2 (рис. 1). При управлении транспортным средством водитель должен быть готов к отработке экстренного торможения и остановки. Совершив касание с датчиком столкновения 10 (рис. 1) выходящего пассажира 2 (рис. 1), то упражнение считается не выполненным. При правильных действиях водитель производит остановку транспортного средства. При скорости движения 30 км/ч транспортное средство за 1 секунду преодолевает 8,3 метра. Это необходимо понимать, потому что среднее время реакции водителя составляет 1 секунду. В свою очередь время реакции водителя зависит от индивидуальных качеств, квалификации водителя, степени его утомленности, возраста, дорожной обстановки, и других факторов.

– упражнение «имитация выезда транспортного средства с прилегающей территории». В исходном положении транспортное средство движется в прямом направлении по участку дороги 1 (рис. 1). При проезде транспортного средства мимо датчика плотности воздуха 9 (рис. 1) формируется электрический сигнал, который поступает в электронный блок управления 12 (рис. 1) с элементом задержки. После того, как транспортное средство приблизится к имитирующему устройству на заданное расстояние, достаточное для выполнения маневра объезда препятствия, на проезжую часть за счет электродвигателя 8 (рис. 1), на стержне выдвигается макет транспортного средства 3 (рис. 1). Если применяет экстренное торможение и останавливается, совершив касание с датчиком столкновения 10 с датчиком столкновения выезжающего транспортного средства 3 (рис. 1), то упражнение считается не выполненным. При правильных действиях водитель производит объезд остановившегося транспортного средства.

– устройство «имитация железнодорожного переезда». В исходном положении транспортное средство движется в прямом направлении по участку дороги. При проезде транспортного средства мимо датчика плотности воздуха 9 (рис. 1) формируется электрический сигнал, который поступает в электронный блок управления 12 (рис. 1) с элементом задержки. После того, как транспортное средство приближается к имитирующему устройству на заданное расстояние, через электронный блок управления 12 (фиг.1) случайным выбором включается одна из двух программ «дорожной ситуации»:

Ситуация 1. При подъезде транспортного средства к имитирующему устройству на заданное расстояние включается запрещающий световой сигнал светофора 16 (рис. 1), оповещающий водителя о необходимости остановки на проезжей части, при этом шлагбаум 15 (рис. 1) остается открытым. Водитель должен понимать, что означает сигнал светофора 16 (рис. 1), который установлен на переезде, чтобы адекватно оценить обстановку и выполнить необходимые действия по остановке транспортного средства. Если водитель допустил проезд при прямом запрете светофора 16 (рис. 1) на движение, совершил остановку на железнодорожном пути, или иным образом нарушил Правила дорожного движения, то упражнение считается не выполненным.

Ситуация 2. При подъезде транспортного средства к имитирующему устройству на заданное расстояние включается электропривод 8 (рис. 1) опускания шлагбаума 15 (рис. 1), световой сигнал остается разрешающим (горит бело-лунный сигнал). В данной ситуации действия водителя должны полностью соответствовать действиям в ситуации 1. Недопустимо продолжать движение при начинающем опускаться шлагбауме 15 (рис. 1), в случае нарушения упражнение считается не выполненным.

– упражнение «имитация внезапного ослепления водителя фарами встречного средства». В исходном положении транспортное средство движется в прямом направлении по участку дороги. При проезде транспортного средства мимо датчика плотности воздуха 9 (рис. 1) формируется электрический сигнал, который поступает в электронный блок управления 12 (рис. 1) с элементом задержки. После того, как транспортное средство приблизится к имитирующему устройству на заданное расстояние на проезжей части через электронный блок управления 12 (рис. 1) включается устройство ослепления 18 (рис. 1) водителя. Водитель, должен контролировать свои действия. При ослеплении водитель не должен паниковать, не должен делать никаких резких движений, не должен принимать действий по смене полосы движения. Нужно включить аварийную сигнализацию и, не меняя полосы движения начать плавное торможение, при необходимости вплоть до полной остановки. В случае невыполнения предписанного алгоритма действий упражнение считается не выполненным.

– упражнение «имитация залива лобового стекла водителя водой из-под колес встречного или обгоняющего транспортного средства (условия недостаточной видимости)». В исходном положении транспортное средство движется в прямом направлении по участку дороги. При проезде транспортного средства мимо датчика плотности воздуха 9 (рис. 1) формируется электрический сигнал, который поступает в электронный блок управления 12 (рис. 1) с элементом задержки. После того, как транспортное средство приблизится к имитирующему устройству на заданное расстояние, на проезжую часть форсу-

нами 19 (рис. 1) подается поток воды, направленный в лобовое стекло транспортного средства со стороны водителя, что создает водителю недостаточную видимость при движении. Водитель должен осознавать, что брызги грязной воды и жидкой грязи из-под колес встречных и обгоняющих транспортных средств мгновенно заливают лобовое стекло, и какое-то время он не в состоянии оценивать дорожно-транспортную ситуацию перед транспортным средством. Водителю необходимо немедленно включить омыватель и стеклоочиститель с большой частотой движения щеток, не меняя направления движения плавно уменьшить скорость движения щеток, не меняя направления уменьшить скорость движения, при необходимости включив аварийную сигнализацию остановиться. Движение можно продолжить после очистки лобового стекла от грязи и воды, восстановления видимости. При невыполнении предписанного алгоритма действий упражнение считается не выполненным.

– упражнение «имитация включения запрещающего сигнала светофора». В исходном положении транспортное средство движется в прямом направлении по участку дороги. При проезде транспортного средства мимо датчика плотности воздуха 9 (рис. 1) формируется электрический сигнал, который поступает в электронный блок управления 12 (рис. 1) с элементом задержки. После того, как транспортное средство приблизится к имитирующему устройству 7 (рис. 1) на заданное расстояние, включается желтый сигнал светофора. Проезд на желтый сигнал светофора допустим, при условии, что у водителя нет возможности оценивать машину перед перекрестком, не прибегая к экстренному торможению. Скорость движения транспортного средства и расстояние, выбранное по данному элементу, позволяют водителю совершить плавную остановку перед «Стоп-линией» и водитель обязан остановиться. При невыполнении остановки у «стоп-линии» упражнение считается не выполненным.

Достоинством предлагаемой полезной модели по сравнению с прототипом является профессиональная подготовка водителя (водительское мастерство), в которой улучшаются базовые навыки управления автомобилем: посадка за рулем, пуск двигателя, начало движения, переключения передач, торможение и остановка, маневры (повороты, разворот, парковка), движение задним ходом; навыки ориентации в дорожном движении: наблюдение за дорожно-транспортной обстановкой, прогнозирование возможных опасностей, выбор траектории и скорости движения, взаимодействие с другими участниками дорожного движения; навыки управления автомобилем в сложных и критических ситуациях: управление в тяжелых дорожных и сложных погодных условиях, управление в случае поломки (технической неисправности), управление в критических дорожно-транспортных ситуациях (условиях).

Литература:

1. Патентный поиск. URL <http://www.findpatent.ru/patent/202/2025784.html> (Дата обращения 24.07.2020)

Войсковая ПВО: увеличение дальности обнаружения воздушных целей

Мосиенко Сергей Александрович, председатель совета директоров
АО «ЦНИИ ВОЛНА» (г. Москва)

В статье показано решение задачи повышения дальности обнаружения и уничтожения маловысотных средств воздушного нападения с использованием перспективного беспилотного летательного аппарата вертолетного типа войсковой ПВО Сухопутных войск Вооруженных сил Российской Федерации.

Ключевые слова: БпЛА, обнаружение, радиолокационная станция, средства ПВО.

Введение

Анализ публикаций средств массовой информации в области войсковой противовоздушной обороны (ПВО) показывает, что в подавляющем числе работ в этой области преобладают излишне оптимистичные выводы авторов относительно успешности обнаружения и уничтожения малоразмерных средств воздушного нападения (СВН) существующими средствами войсковой ПВО Сухопутных войск (СВ) Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ). Вместе с тем, задача обнаружения, распознавания и уничтожения малоразмерных низколетящих беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) является чрезвычайно сложной, многогранной, и до сих пор эффективно не решенной войсковой ПВО СВ [1–5].

Основная часть

В настоящее время многие органы военного управления СВ ВС РФ не в полной мере осведомлены о тех сложностях, которые возникают при решении задачи обнаружения, распознавания и уничтожения малоразмерных низколетящих СВН. Эта комплексная задача нередко обсуждается в пределах отдельных частных аспектов проблематики, что нередко провоцирует представление о «практически решенной задаче, требующей лишь отработки частных технических решений».

Сегодня органы военного управления войсковой ПВО не видят опасностей возможных воздушных массированных атак БпЛА — например, мест постоянного и временного пребывания главы государства в районе города Сочи. Между тем, маловысотные СВН могут беспрепятственно осуществлять полет между непрерывной горной цепью Главного Кавказского хребта и могут не быть обнаружены и уничтожены средствами войсковой ПВО. Вариант массированного воздушного удара СВН показан на Рис. 1. Как видно из рисунка 1, маршрут полета группы (роя) СВН до обороняемого объекта может проходить вне пределов видимости радиолокационных станций (РЛС) войсковой ПВО, расположенной в районе Сочи. Малоразмерные и низколетящие СВН с эффективной площадью рассеяния (ЭПР), составляющей от 0,01 до 0,001 м², атакующие места пребывания главы государства, объекты высших звеньев государственного и военного управления, подразделения тактического звена СВ ВС РФ, средствами войсковой ПВО ВС РФ не могут быть обнаружены.

Необходимо отметить, что рекламируемые в последние годы предприятиями оборонно-промышленного комплекса России и ВКС ВС РФ системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН) на базе надгоризонтных РЛС дальнего обнаружения типа «Воронеж» и загоризонтных РЛС «Контейнер», не только не способны обнаруживать пуски и траектории полета СВН на дальности от 50 до 100 км, но и не предназначены для передачи информации по целеуказанию на средства ПВО



Рис. 1. Вариант организации массированной воздушной атаки СВН в окрестности Главного Кавказского хребта

Сухопутных войск [3]. Эти обстоятельства делают СПРН совершенно бесполезной для решения задач ПВО как на театре военных действий (ТВД) равнинной местности, так и на ТВД с элементами горных массивов (синтезированный фрагмент такого ТВД показан на рисунке 1).

Имеющиеся сегодня на вооружении войсковой ПВО традиционные РЛС практически неспособны проводить эффективное обнаружение и распознавание малоразмерных и малоскоростных СВН даже при отсутствии помех, а существующее

ракетно-пушечное вооружение средств войсковой ПВО не в состоянии обеспечить ведение эффективной стрельбы по СВН с временем реакции, не превышающим нескольких секунд. Проблема обнаружения малоразмерных и маловысотных СВН средствами войсковой ПВО обусловлена, прежде всего, кризисной поверхностью Земли и наличием углов закрытия, создаваемых рельефом местности, что ограничивает дальность радиолокационного обнаружения СВН летящих на малых и предельно малых высотах.

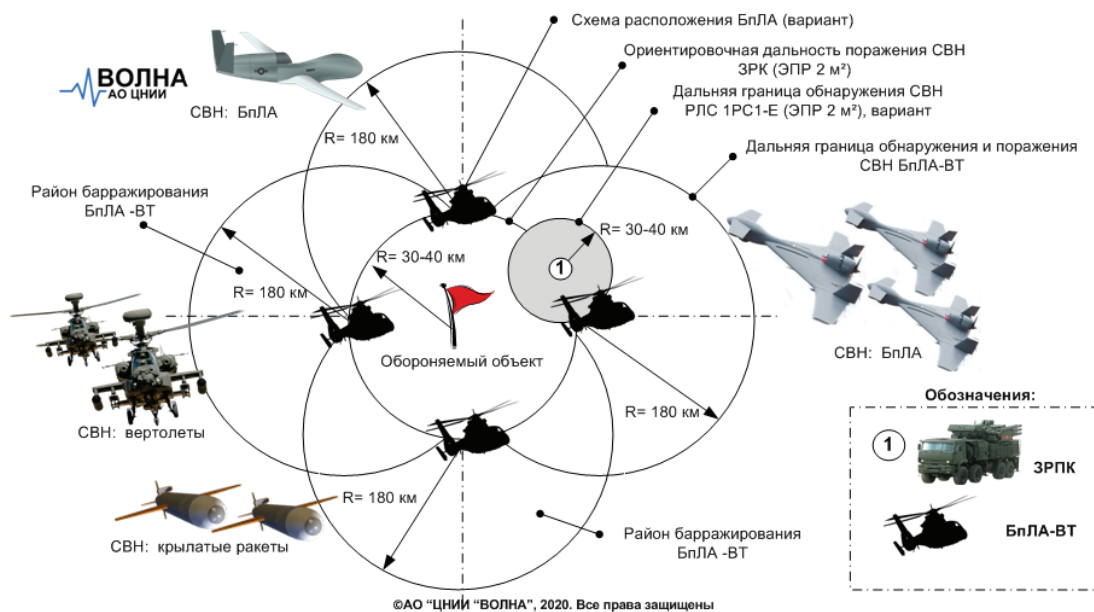


Рис. 2. Размеры зон обнаружения СВН ЗРПК «Панцирь-С1» и БпЛА-ВТ

Успешное решение задач обнаружения и уничтожения мало-высотных БпЛА может быть реализовано при размещении РЛС и ракетно-артиллерийского вооружения (РАВ) на борту БпЛА вертолетного типа (БпЛА-ВТ) [4, 5] — во-первых, за счет увеличения высоты расположения РЛС над поверхностью Земли (при этом габаритный размер границы зоны обнаружения увеличивается до 150...180 км по сравнению с радиусом 30...40 км наземных войсковых комплексов ПВО, типичным представителем которых является ЗРПК «Панцирь-С1»), и, во-вторых, за счет базирования БпЛА-ВТ с боевым радиусом до 180 км в окрестности обороняемого объекта — рисунок 2. Таким образом, просматривается реальная возможность увеличения дальности обнаружения СВН в 4–5 раз, а при использовании соответствующего РАВ-обеспечение адекватного увеличения дальности их поражения.

В [4,5] показано, что наилучшим отношением «стоимость — эффективность» является авиационный зенитный ракетный комплекс (АЗРК) ПВО на базе БпЛА-ВТ, ориентированного на обнаружение и поражение таких малоразмерных воздушных целей, движущихся с малой скоростью, как БпЛА. Особенности реализации и технического облика такого комплекса ПВО сформулированы в уже упоминавшихся работах [4, 5]. АЗРК позволяет увеличить дальность обнаружения и уничтожения СВН, позволяет непрерывно передавать информацию о воз-

душной обстановке в автоматизированную систему управления ПВО СВ и РВиА. О сложности задачи разработки АЗРК вертолетного типа свидетельствует тот факт, что многочисленные попытки предприятий оборонно-промышленного комплекса России разработать БпЛА-ВТ с полезной нагрузкой более 500 кг в интересах ВС РФ так и не увенчались успехом.

При разработке БпЛА-ВТ инженерами АО «ЦНИИ «ВОЛНА» были применены многие технические решения, ранее не использовавшиеся в отечественном вертолетостроении. Результат разработки АЗРК во многом предопределен попыткой использовать совокупность известных технологий при проектировании двигательной установки, ракетного комплекса и пилотажно-навигационного комплекса (ПНК). В передней полусфере БпЛА-ВТ может быть установлена навесная подвижная пушечная установка типа НППУ-23 (изделие 9А-4454) с двухствольной 23 мм скорострельной пушкой ГШ-23 для уничтожения СВН. Применение современных инновационных технических решений, основанных на реализации новых принципов создания энергетической установки, искусственного интеллекта в составе ПНК, использование новых конструкционных материалов, уменьшении габаритных размеров БпЛА-ВТ позволяет достичь технических характеристик, обеспечивающих решение задачи создания АЗРК на базе БпЛА-ВТ — рисунок 3. Такой комплекс обеспечивает несение боевого дежурства по противоз-



Основные технические характеристики (вариант):

- Дальность обнаружения средств воздушного нападения (СВН) бортовой радиолокационной станцией (БРЛС) Н-025 – до 20 км
- Обзор БРЛС Н-025 - 360 град.
- Дальность обнаружения СВН и целеуказания оптико-электронной станцией – до 30 км
- Дальность обнаружения и распознавания СВН АОиР – до 5 км
- Ракетный комплекс с ЗУР "Сосна-Р" 9М340 – 2 (4) ед.
- Практический потолок БпЛА-ВТ - 3000 м
- Максимальная дальность полета БпЛА-ВТ - 330 км
- Максимальная скорость полета БпЛА-ВТ – 160 км/час
- Полная масса БпЛА-ВТ - 1450 кг
- Вес БпЛА-ВТ - 900 кг
- Масса полезной нагрузки БпЛА-ВТ - 550 кг
- Время полета БпЛА-ВТ – 3,5 часа
- Запас хода мобильного пункта управления (МПУ) - 1000 км
- Максимальная скорость МПУ - 100 км/час



Рис. 3. Беспилотный летательный аппарат вертолетного типа

душной обороне, ведения воздушной разведки и оповещения прикрываемых войск, уничтожения СВН противника.

Заключение

Создание АЗРК на базе БпЛА-ВТ с системой искусственного интеллекта позволит повысить дальность обнаружения воздушных целей средствами войсковой ПВО в условиях ведения боевых действий более чем в 4 раза, повысить точность распознавания СВН и, следовательно, повысить уровень боеспособности

Сухопутных войск. АО «ЦНИИ» ВОЛНА» участвовало в разработке опытного образца вертолета на основе инновационных технологий и подтвердило заявленные технические характеристики. Выделение финансовых ассигнований на проведение опытно-конструкторской работы за счет лимитов государственного оборонного заказа и государственной программы вооружения позволит провести адаптацию конструкции для построения образца БпЛА-ВТ, применение которого в войсковой ПВО Сухопутных войск Вооруженных сил Российской Федерации позволит существенно улучшить ее боевые возможности.

Литература:

1. Гаврилов А. Д. Проблема борьбы с современными средствами воздушного нападения // Известия РАН. 2018. Выпуск (103). С. 15–20.
2. Еремин Г. В., Гаврилов А. Д., Назарчук И. И. Малоразмерные беспилотники — новая проблема для ПВО // Арсенал Отечества. 2015 № 1 (15). С. 20–27.
3. Лузан А. Г. Военная наука: реальность, мифы и перспективы // Воздушно-космическая сфера. 2020, № 1 (102). С. 106–116
4. Мосиенко С. А. Беспилотный авиационный комплекс дальнего радиолокационно-оптического обнаружения. — М., 2017. — 238 с.
5. Мосиенко С. А. Актуальные проблемы войсковой ПВО Сухопутных войск и пути ее решения // Молодой ученый. 2020. № 29 (319). URL: <https://moluch.ru/archive/319/72607/> (дата обращения: 20.07.2020).

Тепловой аккумулятор для системы охлаждения двигателя КамАЗ семейства «Мустанг»

Панин Дмитрий Олегович, студент;
 Иванов Алексей Сергеевич, студент;
 Данилович Андрей Сергеевич, студент;
 Родин Евгений Николаевич, студент;
 Тютин Илья Николаевич, студент;
 Погосов Михаил Игоревич, студент;

Добровольский Максим Евгеньевич, студент;

Сухарев Александр Константинович, студент

Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

Статья раскрывает сущность грамотного пуска транспортного средства в условиях низких температур, а также приводятся наиболее эффективные мероприятия по подготовке двигателя в условиях низких температур

Ключевые слова: тепловой аккумулятор, низкая температура, пуск двигателя

Проблема пуска ДВС автомобилей, при их безгаражном хранении в условиях низких температур окружающей среды является одной из наиболее сложных проблем, возникающих в процессе зимней эксплуатации автомобильной техники. Затруднения пуска ДВС имеют объективный характер и возникают из-за сложности создания пусковой частоты вращения коленчатого вала, ухудшения условий смесеобразования и воспламенения смеси.

Ежедневная потеря рабочего времени, связанная с подготовкой двигателя к пуску и осуществление самого пуска при низких температурах окружающего воздуха, даже для специально оборудованных системой подогрева двигателей, составляют в среднем 45...55 минут на каждый.

Поиск путей снижения расхода топлива транспортными средствами и энергетическими установками в настоящее время весьма актуален. Как показывает практика, наиболее реальный путь снижения себестоимости эксплуатации лежит в снижении удельных затрат топлива за счет совершенствования технологии смесеобразования и процессов сгорания топлива, снижении доли потерь в энергетическом балансе работы двигателей.

Обеспечение надежного пуска двигателя — это необходимое условие работы любой техники. Осуществление пуска в условия низких температур всегда сопровождается сокращением ресурса, дополнительным расходом топлива и повышением токсичности выхлопных газов. Пусковые свойства дизельных двигателей оцениваются предельной температурой надежного пуска и временем, необходимым для подготовки ди-

зеля к принятию нагрузки. При пониженных температурах двигателя и окружающего воздуха пуск затрудняется, надежность пуска существенно снижается, а время подготовки к принятию нагрузки возрастает. Эти факторы зависят от конструктивных и эксплуатационных показателей двигателя: степени сжатия, параметров топливоподачи при пуске, момента сопротивления вращению коленчатого вала, мощности электропусковой системы, марок применяемых топлив и масел и т.д. [1].

Наиболее эффективным способом повышения экономических показателей мероприятий предпусковой подготовки является усовершенствование способа подогрева штатного теплоносителя за счёт утилизации тепловой энергии отработавших газов (ОГ). В качестве штатного теплоносителя может рассматриваться охлаждающая жидкость системы охлаждения, воздушный заряд системы питания, а также моторное масло смазочной системы. Повысить надежность, технологичность и безопасность пуска, снизить ущерб моторресурсу при холодном пуске и сокращение времени на прогрев можно, используя принцип аккумулирования тепловой энергии ОГ применительно к системам поршневого двигателя. Наиболее рациональным решением для достижения указанной цели является тепловой аккумулятор (ТА) фазового перехода (плавления-затвердевания теплоаккумулирующих материалов). Такой способ обеспечивает высокую, компактную энергоёмкость [2].

Теплоаккумулирующим материалом фазового перехода является полиэтилен высокой плотности. Основные свойства полиэтилена высокой плотности приведены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства полиэтилена высокой плотности

Параметр	Характеристика
Плотность, кг/м ³	0,956
Температура фазового перехода, К	398...408
Удельная теплота фазового перехода, кДж/кг	230
Удельная теплоемкость, кДж/кг·К	2,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,25

В качестве принципиальной схемы системы предпускового разогрева двигателя КАМАЗ семейства «Мустанг» с ТАФП принята схема (Рисунок 1), которая включает в себя дизель 1 со штатным водяным насосом 2, коробкой термостатов 3 и водяным радиатором 4; шаровые краны 5,6,7,8,9; теплообменник-утилизатор (ТУ) 10 с воздушным краном 11 и спускной пробкой 12; автономный электронасос 13; ТАФП 14; трубопроводы 15,16,17,18, приемные газовые трубы 19; датчик температуры тосола 20; термомпары 21,22,23,24.

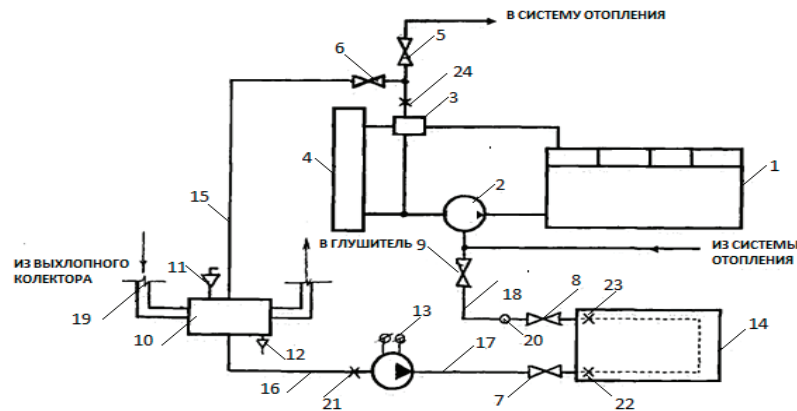


Рис. 1. Принципиальная схема системы предпускового разогрева двигателя серии КамАЗ-740:

1 — двигатель; 2 — штатный водяной насос; 3 — коробка термостатов; 4 — водяной радиатор; 5,6,7,8,9 — шаровые краны; 10 — теплообменник-утилизатор; 11 — воздушный кран; 12 — спускная пробка; 13 — автономный электронасос; 14 — тепловой аккумулятор фазового перехода; 15,16,17,18 — трубопроводы; 19 — приемные газовые трубы; 20 — датчик температуры тосола; 21,22,23,24 — термомпары; трубопроводы 15,16,17,18 с кранами 6,7,8,9 образуют контур разогрева двигателя, который подключен параллельно водяному радиатору 4

Разработанная система в зимней период эксплуатации автомобиля функционирует в трех режимах: режиме накопления теплоты, режиме хранения накопленной теплоты и режиме разогрева двигателя.

Режим накопления теплоты осуществляется при: работе автомобиля на выезде. Краны 5,6,7,8,9 должны быть открыты, автономный электронасос 13 выключен. После охлаждения деталей дизеля 1 тосол, выходящий из коробки термостатов 3, делится на два потока. Под действием водяного насоса 2 основная часть потока поступает в штатную систему отопления автомобиля для обеспечения необходимого теплового состояния в кабине автомобиля, а другая часть — в контур разогрева двигателя. В контуре; разогрева двигателя поток тосола по трубопроводу 15 поступает в ТУ 10, в котором происходит нагревание тосола от 343 до 358–373 К за счет утилизации теплоты ОГ, движущихся по приемным газовым трубам 19. Далее тосол по трубопроводам 16,17 через полость неработающего автономного электронасоса 13 идет в ТАФП 14. В последнем за счет теплообмена горячего тосола с ТАМом, находящимся в герметичных капсулах, происходит плавление ТАМа, обеспечивающее накопление теплоты. Затем по трубопроводу 18 охлажденный тосол; поступает в систему охлаждения двигателя. Контроль процесса зарядки ТАФП14 осуществляется с помощью датчика 20 и термомпар 21,22,23,24.

Основные конструктивные особенности данной системы заключаются в следующем. Во-первых, в процессе накопления теплоты для повышения температуры потока жидкого теплоносителя на входе в ТАФП 14 он подогревается в ТУ 10 за счет утилизации теплоты ОГ. Во-вторых, ТУ 10, автономный электронасос 13, ТАФП 14, трубопроводы 15,16,17,18 с кранами 6,7,8,9 образуют контур разогрева двигателя, который подключен параллельно радиатору.

Режим хранения накопленной теплоты осуществляется при стоянке автомобиля (с выключенным двигателем) на открытой площадке. Краны 7,8 должны быть обязательно закрыты, а краны 5,6,9 — открыты. Закрытое состояние кранов 7,8 обеспечивает уменьшение саморазряда ТАФП 14 за счет исключения возможных термосифонных потоков.

Режим разогрева двигателя осуществляется перед выездом автомобиля в рейс. Краны 6,7,8,9 должны быть открыты, кран 5 во избежание поступления горячего тосола в систему отопления на период разогрева должен быть закрыт. После включения автономного электронасоса 13 холодный тосол по трубопроводам 15,16,17 через жидкостную полость ТУ 10 поступает в ТАФП 14. В последнем за счет теплообмена холодного тосола, с расплавленным ТАМом, находящимся в герметичных капсулах, происходит кристаллизация ТАМа, сопровождаемая выделением аккумулированной теплоты. Затем горячий тосол по трубопроводу 18 поступает в двигатель 1, обеспечивая разогрев его деталей и сред. Поскольку термостаты, находящиеся в коробке 3, закрыты, циркуляция теплоносителя через водяной радиатор 4 осуществляться: не будет. Контроль процесса разрядки ТАФП 14 обеспечивается датчиком 20 и термомпарами 21,22,23,24. По окончании разогрева производится пуск дизеля с помощью штатного стартера: После пуска кран 5 открывается, обеспечивая поступление тосола в систему отопления автомобиля [3].

В летней период эксплуатации автомобиля, когда нет необходимости в функционировании рассмотренной системы, производится ее отключение. Для этого закрываются краны 6,9, открываются воздушный кран 11 и спускная пробка 12. Из трубопроводов 15, 16,17, 18, ТУ 10, автономного электронасоса

13 и ТАФП 14 сливается тосол через спускную пробку 12. Допускается вместо крана 9 закрывать кран 7, при этом в полости ТАФП 14 и трубопроводе 18 будет находиться тосол. Одновременно закрывается кран 5 с целью отключения системы отопления.

Литература:

1. Руководство по эксплуатации. Двигатели КамАЗ 74011 / открытое акционерное общество «КамАЗ». Набережные Челны, 1999. 138с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А. П. Голдин, В. М. Власов и др. — М.: Наука, 2004, 535с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов / В. Н. Луканин, И. В. Алексеев, М. Г. Шатров и др.; Под ред. В. Н. Луканина и М. Г. Шатрова. — 3-е изд. перераб. — М.: Высш.шк., 2007. 400с.

Модернизация системы активного рулевого управления Infiniti Q50

Свечников Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;

Чембулатов Азат Бурамбаевич, студент;

Чусов Павел Владимирович, студент;

Богатов Вячеслав Владимирович, студент;

Забелин Роман Романович, студент;

Киселев Евгений Александрович, студент;

Мтирелишвили Михаил Давидович, студент;

Кузьмин Никита Александрович, студент

Военная академия РВСН имени Петра Великого, филиал в г. Серпухове Московской области

Статья раскрывает сущность активного рулевого управления Infiniti Q50, а также высвечивается проблема, которая может возникнуть в ходе управления данным транспортным средством

Ключевые слова: активное рулевое управление, Infiniti Q50, BMW

Известно активное рулевое управление BMW (рис. 1), имеющее в качестве редуктора планетарный редуктор, водило которого перемещается электродвигателем через червячную передачу, регулированием оборотов которого достигается управление передаточным числом редуктора. Недостатком его является наличие червячной передачи, сложность технологии изготовления, а также необходимость применения мощного высоко моментного двигателя [1].

Прототипом модели является механическое рулевое управление Infiniti Q50 (рис. 2), включающее в себя: рулевое колесо, рулевой вал, соединенный с ним электродвигатель обратной связи, датчик угла поворота рулевого колеса, три электронных блока управления, два электродвигателя, соединенных с рейкой рулевого привода, электромагнитную муфту, установленную между рулевым колесом и рейкой рулевого привода. Недостатком его является то, что при любом отказе включается аварийный режим, обеспечивающий жесткую связь между рулевым колесом и рулевой рейкой. Следует отметить, что блоки управления имеют тройное резервирование, силовые электродвигатели — двойное, что практически делает отказ невозможным событием. Однако отказ электродвигателя обратной связи вполне возможен [2].

Данный недостаток можно устранить, что обеспечит штатную работу блоков управления и силовых электродвигателей, при отказе электродвигателя обратной связи с одновременным сохранением силового следящего действия на рулевом колесе.

Устраняется данный недостаток таким образом: в активном рулевом управлении механического транспортного средства между рулевым валом будет установлена электромагнитная муфта, которая в случае отказа элементов обеспечит жесткую связь рулевого колеса с рулевой рейкой.

На рисунке 3 изображено рулевое управление, где: 1 — рулевое колесо, 2 — электродвигатель обратной связи, 3 — три блока управления, 4 — два электродвигателя, 5 — устройство блокировки стакана в положении для движения транспортного средства прямо, 6 — электромагнитная муфта, 7 — рулевой вал, 8 — датчик угла поворота рулевого колеса, 9 — рейка рулевого привода.

На рисунке 4 изображены стакан, устройство блокировки стакана в положении для движения транспортного средства прямо, торсион и электродвигатель обратной связи, где: 1 — рулевое колесо, 2 — электродвигатель обратной связи, 3 — стакан, 4 — торсион, 5 — устройство блокировки стакана в положении



Рис. 1. Активное рулевое управление



Рис. 2. Механическое рулевое управление Infiniti Q50

для движения транспортного средства прямо, 6 — электромагнитная муфта, 7 — рулевой вал.

Активное рулевое управление механического транспортного средства, содержит рулевое колесо 1, рулевой вал 7, соединенный с ним электродвигатель обратной связи 2, датчик угла поворота рулевого колеса 8, три электронных блока управления 3 (рис. 3), два электродвигателя 4 (рис. 3), соединенных с рейкой рулевого привода 9 (рис. 3), электромагнитную муфту 6, уста-

новленную между рулевым колесом 1 и рейкой рулевого привода 9 (рис. 3), при этом рулевое колесо 1 не имеет связи с рулевым валом 7, а соединено с одним концом дополнительно введенного торсионного вала 4 (рис. 4), установленного внутри корпуса электромагнитной муфты 6, находящейся между рулевым колесом 1 и стаканом 3 (рис. 4), который жестко соединен с корпусом электромагнитной муфты 6, второй конец торсионного вала 4 (рис. 4) установлен в шлицы стакана 3

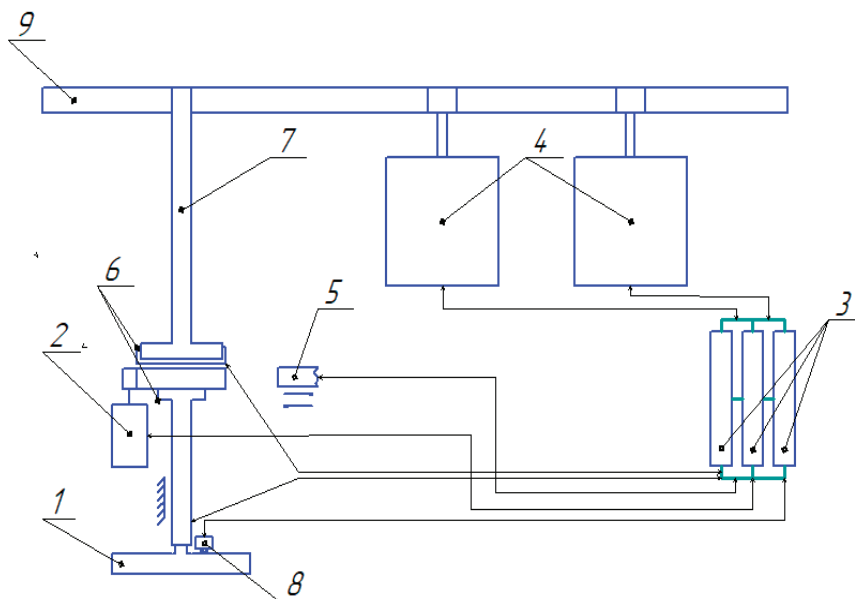


Рис. 3. Модернизированное рулевое управление Infiniti Q50

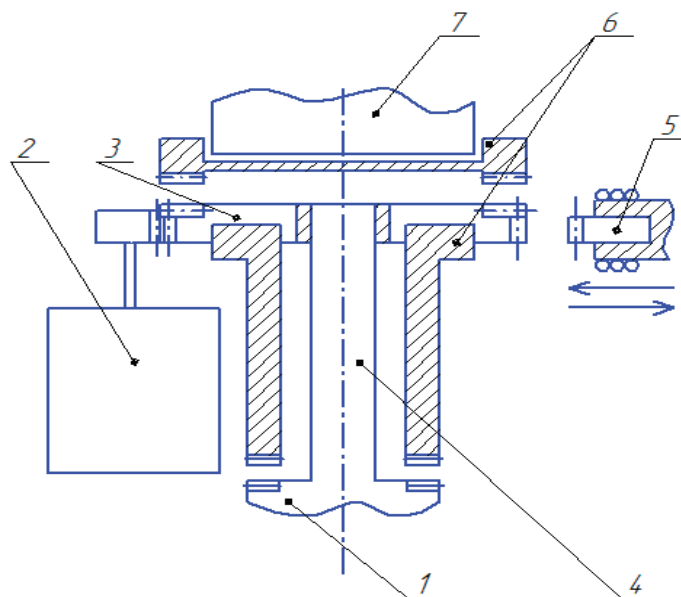


Рис. 4. Детализированное изображение, с размещением новых узлов в рулевом управлении Infiniti Q50

(рис. 4), внешняя поверхность которого выполнена в виде шестерни соединенной с шестерней электродвигателя обратной связи 2, дополнительно введено устройство блокировки стакана в положении для движения транспортного средства прямо 5, состоящее из соленоида и штоля, входящего в отверстие стакана 3 (рис. 4), при этом электромагнитная муфта 6, установленная между рулевым колесом 1 и рейкой рулевого привода 9 (рис. 3) дополнительно жестко соединяет рулевой вал 7, стакан 3 (рис. 4) и рулевое колесо 1.

Активное рулевое управление работает следующим образом: при повороте рулевого колеса 1 перемещение рейки рулевого привода 9 (рис. 3) в нужную сторону обеспечивают два электродвигателя 4 (рис. 3), скорость вращения этих двигателей

зависит от сигналов приходящих с трех независимых блоков управления 3 (рис. 3), которые в свою очередь получают сигналы с датчика угла поворота рулевого колеса 8 (рис. 3) и датчика скорости движения транспортного средства. Силовое следящее действие на рулевом колесе обеспечивает торсион 4 (рис. 4), вставленный в шлицы стакана 3 (рис. 4) и электродвигатель обратной связи 2, воздействующий на шестерню стакана 3 (рис. 4), подкручивая его в противоположную сторону. Таким образом, усилие на рулевом колесе изменяется пропорционально углу его поворота и скорости движения транспортного средства.

В случае поломки электродвигателя обратной связи 2, срабатывает устройство блокировки стакана в положении для

движения транспортного средства прямо 5, штырь которого блокирует стакан 3 (рис. 4) при положении рулевого колеса соответствующего прямолинейному движению, при этом усилие на рулевом колесе будет обеспечивать только торсион 4 (рис. 4) пропорционально углу его поворота, но работоспособность трех блоков управления 3 (рис. 3) и двух электродвигателей 4 (рис. 3) будет прежней, т.е. рулевое управление по-прежнему остается активным.

В случае критической поломки других элементов системы управления, срабатывает электромагнитная муфта 6, которая

осуществляет жесткую связь между стаканом 3 (рис. 4), рулевым валом 7 и рулевым колесом 1. При этом рулевое управление из активного превращается в обычное (с постоянным передаточным числом), а силовое следящее действие на рулевом колесе обеспечивается весовой и скоростной стабилизациями.

Достоинством данной модели по сравнению с прототипом является повышение надежности рулевого управления, так как при отказе электродвигателя обратной связи рулевое управление остается активным с одновременным обеспечением силового следящего действия на рулевом колесе.

Литература:

1. Журнал «За рулем», № 10, 2002, «На пути к джойстику» А. Фомин стр. 68,70,72 (Дата обращения 21.07.2020)
2. Системы современного автомобиля. URL <http://systemsauto.ru/wheel/direct-adaptive-steering.html> (Дата обращения 21.07.2020)

Метод высокоскоростной обработки как способ улучшения шероховатости при работе с алюминием

Соломонов Иван Александрович, студент магистратуры;

Панков Данил Эдуардович, студент магистратуры;

Терин Артем Максимович, студент магистратуры;

Тутушкин Алексей Константинович, студент магистратуры

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва (г. Красноярск)

В работе рассматривается проблема и способы решения избыточной шероховатости при типичной механической обработке.

Ключевые слова: шероховатость, традиционный метод обработки, высокоскоростная обработка, поверхности, инструмент.

Развитие технологии машиностроения как науки за последние десятилетия позволило сделать вывод, что в общем случае параметры, влияющие на образование шероховатости при всех методах механической обработки зависят от режимов обработки, геометрии режущей части инструмента, его заточки, определяющей шероховатость режущей кромки, жесткости технологической системы, физико-механических свойств обрабатываемого материала и исходной шероховатости обрабатываемой поверхности. В зависимости от условий обработки степень влияния каждого из этих факторов на образование шероховатости поверхности будет различной. Под шероховатостью поверхности понимают совокупность неровностей высотой около 10–2... 103 мкм с шагом меньшим, чем базовая длина l , используемая для ее измерения.

Алюминий — легкий, мягкий и пластичный металл, который, в общем случае, хорошо поддается механической обработке. Благодаря своим свойствам, применяется в промышленных предприятиях машиностроения, авиастроения, кораблестроения и в ракетно-космической отрасли.

При использовании традиционного метода обработки алюминия фрезерованием применяется подача не более 1200 мм/мин, обороты шпинделя менее 10000 об/мин, подача на оборот в пределах 0,25 об/мин. Используются стандартные фрезы

с нулевым радиусом скругления, которые склонны к вибрации. Имеют большую силу резания и плохой отвод стружки. При таком фрезеровании применяется способ охлаждения со смазочно-охлаждающей жидкостью, из-за чего образуется плохая теплопроводность, притупление инструмента и получение некачественной обработанной поверхности [1].

Исходная схема для расчета систематической составляющей высоты профиля шероховатости поверхности при механической обработке приведена на рис. 1.

Средняя высота профиля шероховатости в общем случае при всех методах механической обработки определяется равенством:

$$Rz = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (1)$$

где h_1, h_2, h_3, h_4 — составляющие профиля, шероховатости, обусловленные геометрией и кинематикой перемещения рабочей части инструмента, колебаниями инструмента относительно обрабатываемой поверхности, пластическими деформациями в зоне контакта инструмента и заготовки, шероховатостью рабочих поверхностей инструмента соответственно.

Наибольшее влияние на образование шероховатости оказывает подача на оборот при значениях $S_0 > 0,08$ мм/об. При значениях $S_0 < 0,08$ мм/об изменение подачи на оборот практически

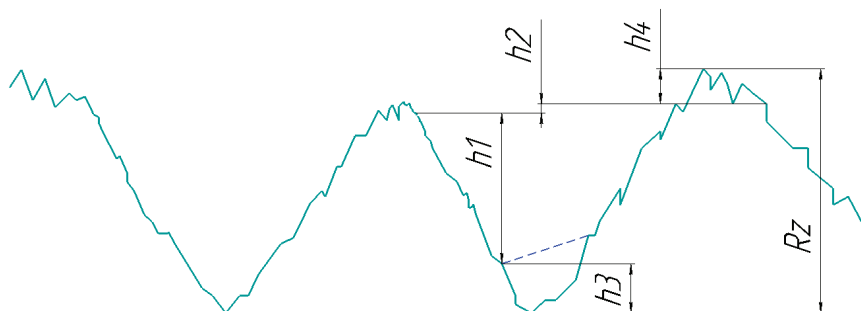


Рис. 1. Выступ профиля шероховатости

уже не сказывается на изменении шероховатости обработанной поверхности. Высота формируемой шероховатости определяется, в основном, радиусом при вершине резца, его шероховатостью, радиусом вспомогательной режущей кромки и физико-механическими свойствами обрабатываемого материала и материала режущего инструмента.

Таких результатов можно добиться с помощью высокоскоростной обработки (ВСО). Данный метод широко применяется для обработки алюминия. Отличительная особенность ВСО — обороты шпинделя более 40000 об/мин, подачи 20000 мм/мин, при наименьшей подачи на оборот 0,02 мм/об, глубиной резания не более $\frac{1}{2}$ от диаметра фрезы. Использование шаровых или скругленных фрез с обеспечением минимальной силы резания и хорошего отвода стружки из зоны резания, что достигается применением 2-х или 3-х лезвийных фрез с глубокими канавками и с острым передним углом небольшого диаметра для равномерной нагрузки. Увеличения стойкости инструмента при ВСО наблюдается при использовании обдува.

Основываясь на исследованиях, методом высокоскоростной обработки, после достижения достаточно высокой скорости резания, наблюдается заметное уменьшение образования заусенцев. Это уменьшение является результатом, как самой скорости резания, так и правильной геометрической формы ре-

жущей кромки. По сравнению с традиционной механической обработки, высокоскоростная обработка позволяет получить поверхности с малой шероховатостью.

Главное требование ВСО при создании траекторий обработки — это обеспечение минимальной и постоянной нагрузки на инструмент, а также создание минимальных холостых ходов. Для этого рассматриваются различные виды основных стратегий ВСО, которые предлагают CAD/CAM системы. Плавность рабочих ходов достигается применением различных видов траекторий:

- сглаживание острых углов;
- применение спиральных траекторий;
- применение трохойдальных траекторий.

При выборе траекторий для ВСО надо исключать резкие изменения в движениях инструмента, особенно в зонах врезания, когда идет проход полной шириной фрезы. Это достигается трохойдальной обработкой, когда в процессе врезания фреза движется по окружности [2].

Способ высокоскоростной обработки показал, что уменьшение сил резания и толщины срезаемого слоя хорошо сказывается на точности и шероховатости получаемой поверхности, а высокие режимы обработки при этом обеспечивают большую производительность. Эти критерии лежат в основе современной стратегии «Тонко, но быстро».

Литература:

1. Суслов А. Г. Технология машиностроения: Учебник для студентов. — 2-е изд. переаб. и доп. М.: Машиностроение 2007. 430 с.
2. Высокоскоростная обработка деталей из алюминиевых сплавов. — Текст: электронный // OZLIB: [сайт]. — URL: <https://ozlib.com/830862/tehnika/vysokoskorostnaya-obrabotka> (дата обращения: 04.04.2020).
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-tochnosti-i-kachestva-poverhnostey-obrabotannyh-rezaniem>

ГЕОГРАФИЯ

Динамика и современный режим весенних заморозков в лесостепной зоне Ставропольского края

Суюнчева Мария Романовна, студент
Ставропольский государственный аграрный университет

В статье рассмотрены в динамике даты последнего весеннего и первого осеннего заморозков и продолжительность безморозного периода в лесостепной зоне Ставропольского края. Рассчитаны современные показатели этих характеристик. Особое внимание уделено весенним заморозкам. Рассчитана стандартная климатическая норма начала безморозного периода.

Ключевые слова: дата, заморозок, температура, безморозный период.

Проблема изменения климата представляет собой одну из важнейших научных и практических задачи современности, поскольку климат является определяющим условием жизнедеятельности человека и состояния окружающей среды. Природа климатических изменений до конца не выяснена, однако точно установлено, что на изменение климата оказывают влияние как природные, так и антропогенные факторы [5].

Роль антропогенных факторов тем больше, чем больше нарушены природные ландшафты территории. В Ставропольском крае средний по территории коэффициент антропогенного нарушения ландшафтов — порядка 0.7: от 0.2 в полупустынных ландшафтах до 0.7 в предгорной зоне и до 0.8 в степных ландшафтах, где более 80 % территории представляют собой пахотные угодья [6, 9]. В лесостепной зоне коэффициент антропогенного нарушения ландшафтов равен 0.5. Провинция лесостепных ландшафтов занимает центральную часть западной половины Ставропольского края. Наиболее характерной по физико-географическим условиям расположения для этой зоны является метеостанция Александровское. Метеостанции Изобильный, Светлоград и Благодарный расположены на границе степной и лесостепной зон, метеостанция Ставрополь имеет нехарактерную для зоны в целом высоту местности.

Происходящие на планете изменения климата не обошли Ставрополье стороной. Важнейшими из произошедших изменений являются общее потепление, относящееся в первую очередь к холодному периоду года [1], увеличение количества осадков [2], повышение повторяемости опасных и неблагоприятных явлений погоды [6]. Целый ряд неблагоприятных погодных явлений, представляющих опасность для сельского хозяйства края, приурочены к вегетационному периоду. Одно из таких явлений — это заморозки. Для лесостепной зоны, как и для всей территории края, заморозки являются характерной чертой весеннего и осеннего периодов. За день с заморозком принимается день, в который хотя бы в один из сроков мини-

мальная температура воздуха была ниже 0°C, в то время как средняя суточная температура положительна. Дата последнего весеннего заморозка знаменует собой начало безморозного периода, а дата первого осеннего заморозка — его окончание. Весенние заморозки на Ставрополье отмечаются повсеместно и ежегодно. В среднем по краю весной наблюдается около 20 дней с заморозками. В годы с холодной весной, такие как 1967 или 1987, бывает 30–35 дней с заморозками, а в теплые весны — 5–8 дней [3, 6].

В соответствии с общей тенденцией потепления климата, продолжительность безморозного периода на территории края должна увеличиться. Однако в связи с возросшей нестабильностью климата можно ожидать как поздних заморозков весной, так и ранних заморозков осенью, что может привести к сокращению безморозного периода.

В Климатологическом справочнике 1948 года [7] на базе данных 1926–1940 годов средняя многолетняя дата последнего весеннего заморозка в лесостепной зоне края — 19 апреля, средняя дата первого осеннего заморозка — 15 октября, средняя продолжительность безморозного периода — 178 дней.

В Справочнике по климату СССР [8] на базе данных наблюдений до 1964 года средняя многолетняя дата последнего весеннего заморозка в этой зоне также 19 апреля, самая поздняя дата — 22 мая 1935, самая ранняя — 28 марта 1963 года. Средняя продолжительность безморозного периода за эти годы составила 174 дня. Самый долгий безморозный период за эти годы составил 208 дней (1960 год), самый короткий — 125 дней (1934 год).

Проведенные нами расчеты за 1981–2019 годы показали, что имеет место увеличение продолжительности безморозного периода (табл. 1), что хорошо согласуется с результатами, полученными в [3, 4].

За последние 40 лет лишь один раз последний весенний заморозок был зафиксирован во второй декаде марта (17 марта 2008 года). В третьей декаде марта последний заморозок зафик-

Таблица 1. Продолжительность безморозного периода (дней)

Годы	Средняя	Максимальная		Минимальная	
		дней	период	дней	период
1981–1990	193 (05.04–16.10)	207	22.03–16.10.1988	179	25.04–22.10.1987
1991–2000	185 (16.04–19.10)	216	26.03–29.10.1991	157	02.05–07.10.1992
2001–2010	195 (13.04–26.10)	238	17.03–11.10.2008	181	23.04–22.10.2002
2011–2019	198 (12.04–28.10)	226	05.04–18.11.2012	162	07.04–03.10.2014

сирован 8 раз, в первой декаде апреля — 9 раз, во второй декаде апреля — 6 раз, в третьей декаде апреля — 12 раз, в первой декаде мая — 4 раза. Следует отметить, что пять из восьми последних заморозков, приходящихся на третью декаду марта, зафиксированы в 1981–1990 гг. А вот из 12 последних заморозков третьей декады апреля по одному приходится на десятилетия 1981–1990 и 1991–2000 и по пять — на десятилетия 2011–2010 и 2011–2020 гг. Таким образом, несмотря на проис-

ходящее общее потепление климата, в последние годы в лесостепной зоне Ставропольского края часто наблюдается смещение даты последнего заморозка на более поздние сроки. Этот вывод подтверждается и данными табл. 2, из которой видно, что по два раза последний весенний заморозок был зафиксирован в третьей декаде марта и первой декаде апреля, один раз — во второй декаде апреля и пять раз — в третьей декаде апреля.

Таблица 2. Характеристики весеннего периода за 2011–2020 годы

Год	Дата перехода $T_{cp} \uparrow 0^\circ$	Март		Апрель		Дата последнего заморозка
		дней с заморозком	$T_{мин} \text{ }^\circ\text{C}$ при заморозке	дней с заморозком	$T_{мин} \text{ }^\circ\text{C}$ при заморозке	
2011	12.03	7	-5.5	2	-1.3	22.04
2012	18.03	7	-3.2	4	-3.2	05.04
2013	10.02	14	-7.4	0	-	31.03
2014	17.02	13	-6.0	4	-4.7	07.04
2015	26.02	14	-6.6	2	-0.6	23.04
2016	11.02	8	-6.5	0	-	23.03
2017	19.02	6	-3.4	4	-3.5	26.04
2018	04.03	6	-6.1	3	-1.8	16.04
2019	16.02	15	-3.8	6	-2.4	22.04
2020	13.02	10	-5.4	11	-6.3	25.04
Ср.	23.02	10	-5.4	4	-3.0	14.04
Мин.	10.02	6	-7.4	0	-6.3	23.03
Макс.	18.03	15	-3.2	11	-0.6	26.04

За последние 10 лет среднее число дней с весенними заморозками составило 14, варьируя от 8 дней в 2016 году до 21 дня в 2019 и 2020 годах.

Средняя интенсивность заморозков составляет $-3...-5^\circ\text{C}$, апрельские заморозки обычно значительно слабее мартовских.

В соответствии с Регламентом Всемирной Метеорологической организации [10], стандартной климатической нормой

будут считаться осредненные данные за 1991–2020 гг. Наши расчеты показали, что климатическая норма даты последнего весеннего заморозка — 14 апреля. Наиболее ранняя дата последнего весеннего заморозка за этот период — 17 марта 2008 года, наиболее поздняя — 9 мая 1999 года. Разброс дат последнего весеннего заморозка внутри полных 10-летий этого периода уменьшается от 46 дней в 1991–2000 до 27 дней в 2011–2020 годах.

Литература:

1. Бадахова Г. Х., Каплан Г. Л. Тенденции изменения зимних температур в Центральном Предкавказье//Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. НИЦ «Академический». 2017. с. 45–48.
2. Бадахова Г. Х., Каплан Г. Л. Вековой мониторинг режима осадков в Ставропольском крае//«Вопросы физической географии», вып. 47. Изд-во Ставро. гос. ун-та, Ставрополь, 2003. С. 54–63.
3. Бадахова Г. Х., Каплан Г. Л. Мониторинг, анализ и прогноз продолжительности безморозного периода в различных агроклиматических зонах Ставропольского края// Материалы 74-й регион. научно-практ. конф. «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа». Ставрополь, 2010. С. 118–122.

4. Бадахова Г. Х., Корецкий А. В. Динамика продолжительности безморозного периода в различных ландшафтах Центрального Предкавказья// Известия Дагестанского гос. пед. ун-та, сер. «Естественные и точные науки». № 1(26), 2014. С. 100–107.
5. Диневич Л. А., Каплан Л. Г., Бадахова Г. Х., Каплан Г. Л. К вопросу об изменении климата// Москва: Современные наукоемкие технологии, № 2, 2013. С. 60–63.
6. Каплан Г. Л. Исследование современных изменений регионального климата и их влияния на ландшафты Ставропольского края: дисс... канд. географ. наук, Высокотгорный геофизический институт. Нальчик, 2010. 177 с.
7. Климатологический справочник СССР. М.: Гидрометеиздат, 1948. С. 86.
8. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 492 с.
9. Шальнев В. А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во Став. гос. ун-та, 2007. 310 с.
10. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals//WCDP — No 10, WMO — TD/No 341. Washington, D.C., USA. 1989. Pp. 2–7.

ГЕОЛОГИЯ

Пути улавливания потоков загрязненных подземных вод гидротехнической скважины на аномальной зоне месторождения Тюбегатан методом эрлифта

Жаббаров Бекзод Нуриддинович, ведущий геолог
 Чиникулов Гайрат Расулович, начальник СГРП
 Жураев Охунжон Хаетович, ведущий геолог
 Нурматов Маъруф Неъматович, геолог 1 категории
 ГУП «Уранредметгеология» (г. Ташкент, Узбекистан)

В статье авторы предлагают строить 5 скважин в зоне фильтрации гидрогеологических скважин на левом берегу реки Туяшсай, являющейся одним из источников водопоявлений месторождения Тюбегатанской калийной соли, и которая угрожает добычным панелям, обеспечив сбор подземных вод через разлом № 7. Они разрабатывают специальную конструкцию скважин для сбора и сброса подземных вод через эти гидрогеологические скважины и представляют этот метод в качестве частичного решения давнишних проблем.

Ключевые слова: эрлифт, ВЭЗ-вертикальное электрическое зондирование, профиль, водонасыщенность.

Ways of capturing flows of contaminated groundwater by airlift a hydraulic well in the anomalous zone of the Tyubegatan field

Zhabbarov Bekzod Nuriddinovich, senior geologist;
 Chinikulov Gajrat Rasulovich, head sgrp;
 Zhuraev Ohunzhon Haetovich, senior geologist
 Nurmatov Ma'ruf Ne'matovich, geologist of the first category;
 State Unitary Enterprise «Uranredmetgeologiya» (Tashkent, Uzbekistan)

In the article, the author suggests constructing 5 wells in the filtration zone of hydrogeological wells on the left bank of the Tuyashsai River, which is one of the sources of water manifestations of the Tyubegatan potash salt deposit and which threatens production panels by collecting underground water through fault No. 7. He develops a special design of wells for collecting and discharge of groundwater through these hydrogeological wells and considers this method as a partial solution to long-standing problems.

Keywords: airlift, VES-vertical electric sounding, profile, water saturation.

Для обнаружения зон развития карста в период 2018–2019 гг. был применен метод электротомографии, как наиболее эффективного метода, обеспечивающего высокую детальность исследований. В 2020 году вдоль левого борта р.Туяшсай были проведены геофизические исследования методом ВЭЗ (вертикальное электрическое зондирование) по 3 профилям и поперек склона левого борта сая — по 4 параллельным профилям. Всего было выполнено 245 ф.т. ВЭЗ.

В результате установлено, что изучаемый геологический разрез слагают четвертичные, меловые и юрские отложения.

Четвертичные отложения имеют мощность от 1 м до 30 м, сложены пролювиально-делювиальными отложениями.

Меловые отложения имеют мощность 15–50 м, представлены в основном переслаиванием алевролитов и песчаников,

причем в приконтактной зоне, в кровле юрских отложений выявлены водонасыщенные песчаники. Особенно это отмечается на нижних (I, II) профилях (рис. 1).

По данным рядом расположенных скважин, дебит рассолов составляет 0,005–0,009 м/сек, а минерализация — 69,9–322,9 г/л.

На разрезах выявлены два предполагаемых тектонических нарушения, которые хорошо коррелируются по всем четырем профилям. Первый разлом проходит почти в середине профилей, второй — расположен ближе к юго-западным окончаниям профилей. Оба разлома совпали с естественными погужениями рельефа поверхности и приурочены к временным саям и ориентированы перпендикулярно к разлому № 7.

Ниже залегают юрские отложения, представленные солями. Абсолютные отметки кровли солей изменяются в пре-

делах 870–920 м. На самом низком (по склону) профиле II абсолютные отметки кровли 870–910 м, на самом высоком профиле

IV абсолютные отметки 920–980 м. Глубина залегания соляных отложений от дневной поверхности — 25–55 м.

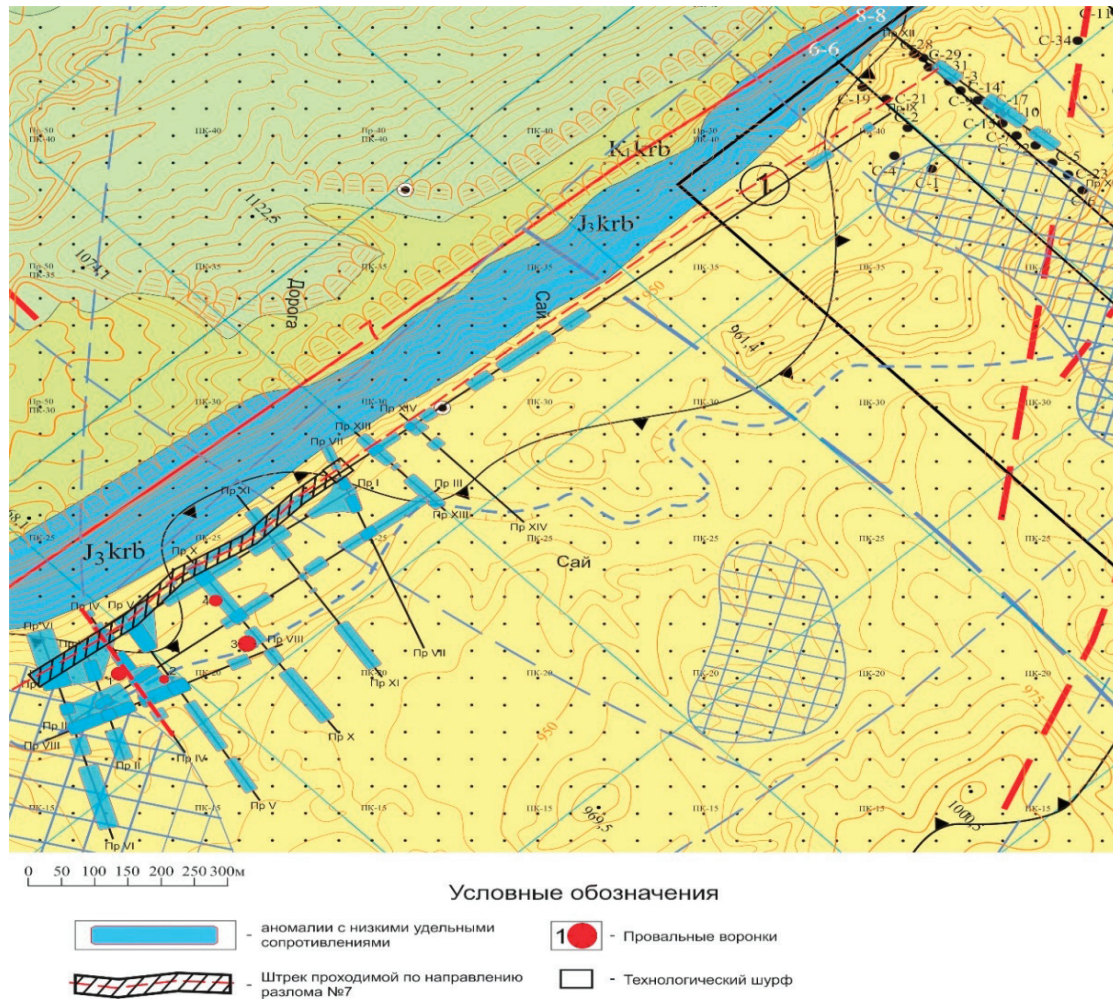


Рис. 1. Схема расположения электротомографических профилей и предполагаемого штока для улавливания дренированных подземных вод

По данным пробуренных скважин № 2РЭ на глубине 50 м, в скважине № 4РЭ на глубине 47,6 м, в скважине № 7РЭ на глубине 50 м начинаются соляные отложения. Результаты прокачек и откачек в этих скважинах показали ориентировочно, что на этом горизонте имеется подземный поток, сильно загрязненной воды, возможно смывающий по пути породы четвертичных отложений. Но из-за большой скорости потока, улавливание воды эрлифтом оказалось малоэффективным и наблюдались перебои водо-воздушной смеси.

Исходя из вышеперечисленных причин, основываясь на результатах измерений прокачки воды методом эрлифта, предлагается пробурить в районе скважины № 7РЭ следующую разведочно-эксплуатационную скважину № 8РЭ, но другой конструкции, указанной на рис. 2. При положительном результате эту скважину можно называть гидротехнической скважиной и использовать ее в качестве улавливателя потоков загрязненных подземных вод:

1. Глубина скважины 70 метров, диаметр бурения 244,5 мм.
2. Контакт четвертичных отложений с солью ориентировочно на 50,0 метре.

3. Глубина водосборника (кармана или отстойника) 20,0 метров, обсадка проводится трубами диаметром 159 мм, без фильтрующих отверстий с заглушенным концом труб. Затрубное пространство зацементировано на всю глубину 20,0 метров во избежание вибрации при работе компрессора с давлением около 10 бар. Карман объемом около 300 литров служит для сбора загрязненной воды. Сверху коллектора устанавливается кольцеобразный пакер из резины с наружным диаметром 240 мм, внутренним диаметром 159 мм, толщиной 70 мм. Пакер служит для перекрытия потока водо-воздушной смеси в районе нижней части зоны фильтрации.

4. На глубинах с 30-го метра до устья кармана — до 50-го метра устанавливается фильтр с отверстиями с хорошим эффектом фильтрации загрязненных вод из расчета фильтрования потока мутной воды дебитом приблизительно 6–8 л/сек. За фильтром (кольцевое пространство фильтрующих труб) на высоту 20 метров производится гравийная засыпка в порядке, установленном соответствующими инструкциями.

5. Между обсадной трубой кармана и фильтра устанавливается специальный кольцеобразный металлический коллектор для приема и сбора загрязнённого потока воды в карман (сборник потоков мутной воды). Диаметр коллектора 235 мм, ширина (высота) 100–150 мм. Коллектор нижней частью соединяет оголовку обсадной трубы кармана, а верхней частью соединяет нижнюю часть фильтрующей трубы.

6. От устья скважины до верхней части фильтра устанавливается обсадная труба диаметром 159 мм. Затрубное пространство цементируется в порядке, установленном соответствующими инструкциями.

7. На обсадной трубе устанавливается оголовка через фланцы, а оголовка с бока должна иметь направляющий патрубок для выброса загрязнённой воды, прокачиваемой с помощью эрлифта.

8. Сверху оголовка опускается рукав (или шланг полиэтиленовый) диаметром 50 мм и герметизируется в районе входа в оголовку для эффективного использования подачи загрязнённых вод на дневную поверхность.

9. В районе гидротехнической скважины на расстоянии 5–6 метров устанавливается электрический винтовой компрессор с производительностью не менее 10 куб.м в минуту и давлением около 10 бар.

Для определения эффективности предлагаемого варианта по улавливанию потоков загрязненных подземных вод методом эрлифта гидротехнической скважины на аномальной зоне месторождении Тюбегатан, в ежесменном режиме должен проводиться мониторинг за уменьшением потока воды в районе насосной станции (подземной горной выработки панели № 2), где установлен жидкостомер.

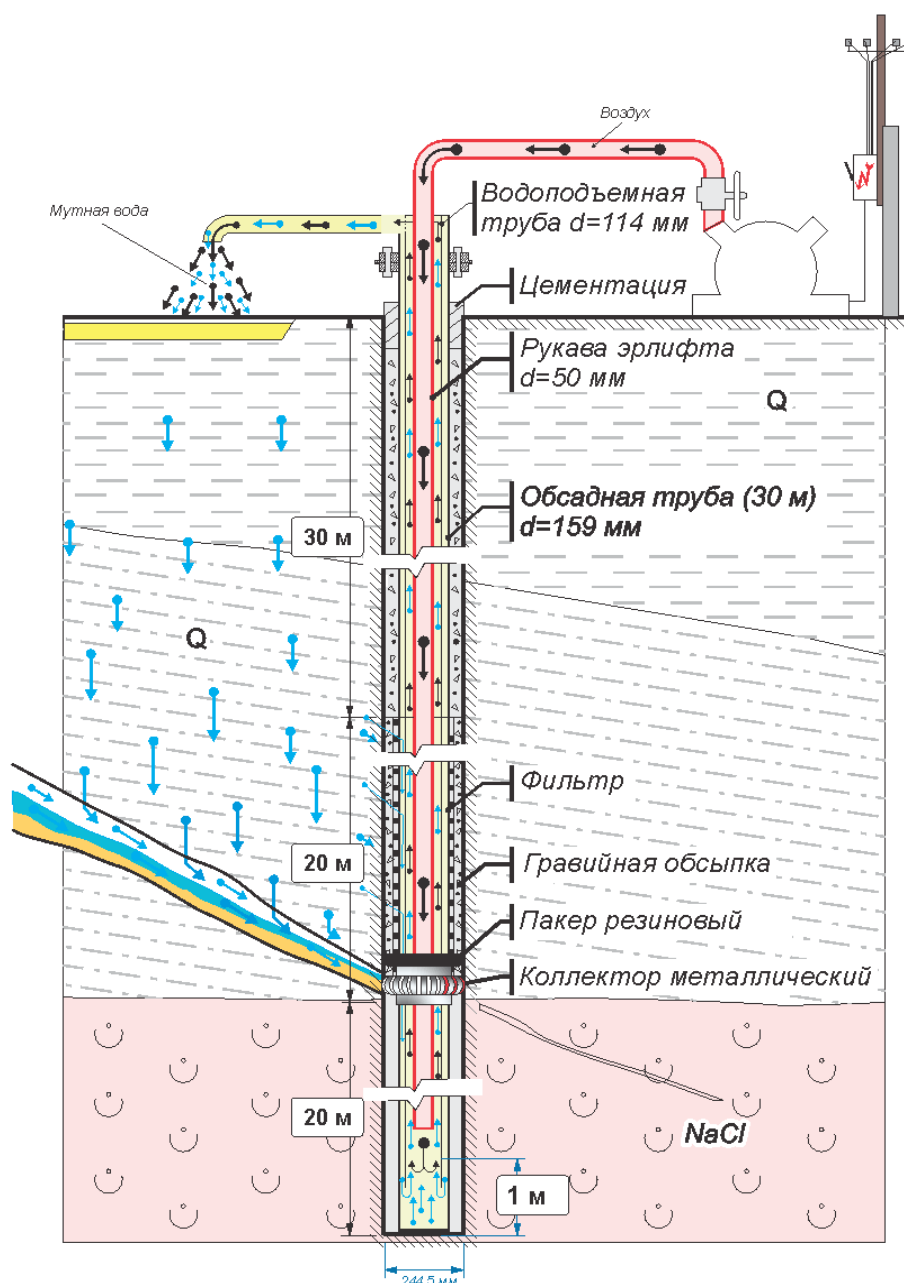


Рис. 2. Конструкция гидротехнической скважины для откачки потока подземной загрязнённой воды

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 30 (320) / 2020

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 05.08.2020. Дата выхода в свет: 12.08.2020.

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.