

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



47 2020
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 47 (337) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
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
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
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 Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен Александр Степанович Попов (1859–1906), русский физик и электротехник, профессор, изобретатель в области радиосвязи.

Александр Попов родился в поселке Туринские рудники Богословского горного округа Верхотурского уезда Пермской губернии, в семье священника. Александра отдали учиться сначала в начальное духовное училище, а затем — в духовную семинарию. После окончания общеобразовательных классов Пермской духовной семинарии он успешно сдал вступительные экзамены на физико-математический факультет Петербургского университета. Именно в студенческие годы сформировались научные взгляды Попова: его особенно привлекали проблемы новейшей физики и электротехники.

По окончании университета Александр Попов защитил диссертацию «О принципах магнито- и динамоэлектрических машин постоянного тока», которая получила высокую оценку, и Совет Петербургского университета присудил ему ученую степень кандидата. Попов был оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию.

Однако условия работы в университете не удовлетворили будущего изобретателя, и он принял предложение занять должность ассистента в Минном офицерском классе в Кронштадте, единственном в России учебном заведении, в котором видное место занимала электротехника и велась работа по практическому применению электричества (в морском деле). В Кронштадте ученый прожил 18 лет; с этим периодом его жизни связаны все основные изобретения и работы по оснащению русского флота радиосвязью. Он также преподавал в Морском инженерном училище в Кронштадте и заведовал электрической станцией Нижегородской ярмарки.

Попова интересовали научные открытия во всех областях применения электричества. Он, например, занимался исследованиями только что открытых рентгеновских лучей. Им был изготовлен один из первых в России рентгеновских аппаратов, получены снимки различных предметов, в том числе снимок руки человека. При его поддержке в Кронштадтском военно-морском госпитале был оборудован рентгеновский кабинет, а впоследствии некоторые боевые корабли были оснащены рентгеновскими аппаратами.

Деятельность Александра Попова, предшествовавшая открытию радио, — это исследования в области электротехники, магнетизма и электромагнитных волн. Труды в этой сфере привели ученого к выводу, что электромагнитные волны можно использовать для беспроволочной связи. Такую мысль он высказывал в публичных докладах

и выступлениях еще в 1889 году. 7 мая 1895 года на заседании Русского физико-химического общества Александр Попов выступил с докладом и демонстрацией созданного им первого в мире радиоприемника. Свое сообщение Попов закончил следующими словами: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании его может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающих достаточной энергией». Этот день вошел в историю мировой науки и техники как день рождения радио. Через 10 месяцев Попов на заседании того же Русского физико-химического общества передал первую в мире радиограмму на расстояние в 250 метров. Летом следующего года дальность беспроволочной связи была увеличена до пяти километров.

В 1899 году Попов сконструировал аппарат для приема звуковых сигналов при помощи телефонной трубки. Это дало возможность упростить схему приема и увеличить дальность радиосвязи. В 1900 году ученый осуществил связь в Балтийском море на расстоянии свыше 45 километров между островами Гогланд и Кутсало, недалеко от города Котка. Эта первая в мире практическая линия беспроволочной связи обслуживала спасательную экспедицию по снятию с камней броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», севшего на камни у южного берега Гогланда. Успешное применение этой линии послужило толчком к «введению беспроволочного телеграфа на боевых судах как основного средства связи» — так гласил соответствующий приказ по Морскому министерству.

В 1901 году Александр Попов стал профессором Петербургского электротехнического института, а вскоре его первым избранным директором. Заботы, связанные с выполнением ответственных обязанностей директора, расшатывали здоровье Попова, и он скоропостижно скончался. За два дня до смерти Александра Попова избрали председателем физического отделения Русского физико-химического общества.

Александр Степанович Попов не только изобрел первый в мире радиоприемник и осуществил первую в мире радиопередачу, но и сформулировал главнейшие принципы радиосвязи. Он разработал идею усиления слабых сигналов с помощью реле, изобрел приемную антенну и заземление; создал первые походные армейские и гражданские радиостанции и успешно провел работы, доказавшие возможность применения радио в сухопутных войсках и в воздухоплавании.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

АНОНСЫ

- Отборы по программе «УМНИК» в рамках «Цифровой экономики»1
 Создание электронного архива по направлению «Науки о Земле и энергетика»..... 2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Andreeva K. A., Polushkina I. A., Pechkurov N. S., Stukalin A. A., Klokov I. A.**
 On the issue of introducing Scrum into the walls of the university 4
- Ветерков Д. А.**
 Задачи и возможности использования системы искусственного интеллекта в комплексах противовоздушной обороны..... 6
- Зимин Е. А., Ходатаев Н. А.**
 Системный подход при разработке систем отображения информации радиолокационной станции 9
- Митрофанова Т. В.**
 Разработка компьютерной модели сверхширокополосного канала связи.....16
- Никитин А. А., Лиманова Н. И.**
 Процесс распознавания изображения нейронной сетью23
- Пилецкая А. В.**
 Функция потерь для тензорного потока регрессии25
- Чупракова В. А., Крутолевич В. В.**
 Влияние шрифтового оформления на насыщенность полосы28

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Анисимов Е. А., Рыбаков И. В.**
 Анализ логики работы системы автоматического управления вертолетом и её модернизация 30
- Бикчантаева Р. Ш., Гайнуллина Н. Р.**
 Причины выхода из строя светодиодов с традиционными эпоксидными корпусами-линзами34
- Бринстер И. Р.**
 Анализ технологических схем транспорта сырья и нефтепродуктов36
- Егоров Д. С., Хлопков В. П.**
 Использование углеродного волокна в строительстве 37
- Коновалов М. В., Соколов Л. В., Колмачихина О. Б.**
 Выделение меди из отработанных растворов травления при производстве печатных плат.... 40
- Коновалов М. В., Соколов Л. В., Колмачихина О. Б.**
 Поиск рационального варианта выделения платиновых металлов из отработанных автомобильных катализаторов 42
- Овсянников А. М.**
 Виды систем автоматического регулирования возбуждения синхронных генераторов44
- Соколов Л. В., Коновалов М. В., Польшгалов С. Э.**
 Методологические особенности исследований электрофизической активации выщелачивания цинковых кеков46
- Харитонов А. Ю., Тришкин П. Н.**
 Применение инструментов шесть сигма для оптимизации процесса отработки и настройки радиолокатора.....49

Шацкая Л. А., Федоров А. А., Шайлин Р. Т.
Развитие сети АГНКС на основе определения
площади доступности заправочной станции53

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Дробченко Н. В., Кулдашев Ш. Д.
Современное состояние системы городского
пространства для маломобильных групп
населения 57

Козлов М. В.
К проблемам обеспечения пожарной
безопасности зданий 60

**Омаров Ж. А., Базаркулова Д. М.,
Момынбек Б. Н.**
Вибродинамические испытания ограждающих
конструкций — сэндвич-блоков фасадных
VIMA-SBF.....62

Тахтарова О. В.
Эмпатия и рефлексия как основы дизайн-
мышления66

БИОЛОГИЯ

Кураченко И. В., Дудина В. А.
Адаптивные особенности сизого голубя
(*Columba livia* L.) в условиях урбанизированной
среды 71

МЕДИЦИНА

Коваленко А. Е., Кнауб В. В., Зингер Е. Ю.
Пищевые добавки и их влияние на организм
человека74

АНОНСЫ

Отборы по программе «УМНИК» в рамках «Цифровой экономики»

Фонд содействия инновациям продолжает грантовую поддержку проектов в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Прием заявок несколько раз в год идет на следующие конкурсы:

«УМНИК — Цифровая Россия» — всероссийский универсальный конкурс, направленный на поддержку проектов в области сквозных технологий цифровой экономики, реализуемый на базе пяти центров притяжения:

[Ростов-на-Дону](#) — для регионов Юга и Северного Кавказа;

[Москва](#) — для регионов Центральной России;

[Санкт-Петербург](#) — для регионов Северо-Запада;

[Казань](#) — для регионов Поволжья и Урала;

[Томск](#) — для регионов Сибири и Дальнего Востока.

Подать заявку можно на площадках конкурса.

[«УМНИК — VR/AR»](#) — всероссийский конкурс молодёжных инновационных проектов, которые создают и/или используют технологии виртуальной или дополненной реальности.

[«УМНИК — Цифровой нефтегаз»](#) — всероссийский конкурс молодёжных инновационных проектов по цифровому развитию нефтегазовой отрасли.

[«УМНИК — Электроника»](#) — всероссийский конкурс проектов, использующих сквозные цифровые технологии в области микроэлектронной промышленности, создания и развития электронной компонентной базы, устройств сенсорики и радиоэлектронной аппаратуры на ее основе.

[«УМНИК — Фотоника»](#) — всероссийский конкурс молодежных инновационных проектов в области фотоники, радиофотоники и оптоэлектроники.

Ожидается запуск традиционных конкурсов «УМНИК-Сбербанк», «УМНИК-МТС», «УМНИК — Цифровой прорыв», а также новых отборов совместно с ОАО «РЖД», ГК «Росатом» и другими партнерами.

Победа в конкурсе означает финансирование в размере 500 000 рублей для авторов инновационных проектов в возрасте 18-30 лет.

Следите за новостями Фонда на сайте fasie.ru

Создание электронного архива по направлению «Науки о Земле и энергетика»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации реализует проект по созданию электронного архива выпусков научных журналов и материалов научных мероприятий по тематическому направлению «Науки о Земле и энергетика».

В августе 2020 года компания ЛИТ «РЕСУРС XXI» начала реализацию проекта Минобрнауки России по разработке электронного тематического архива научных материалов. В данный момент активно выстраивается архитектура информационного ресурса для обеспечения удобства пользователей и возможности расширенного поиска информации. Ведутся переговоры с ведущими ВУЗами страны и научными организациями по наполнению архива материалами в различных форматах. В состав редакционной группы вошли ведущие научные эксперты и редакторы с многолетним опытом работы.

Электронный архив представляет собой информационный портал по направлению «Науки о Земле и энергетика». Главная цель создания архива — демонстрация достижений отечественной науки и вовлечение российского общества в изучение текущих и прошлых успехов российской науки. Собранные материалы, представленные публикациями, оригинальными фото- и видеоматериалами, уникальными интервью, статьями из научных журналов, отчетами, репортажами по тематическому направлению «Науки о Земле и энергетика», будут размещены в архиве и дополнительно освещены в социальных сетях. Также предполагается создание коллекции докладов научных мероприятий международного и всероссийского уровня.

В создаваемый электронный архив войдут более 120 выпусков научных журналов, содержащих 20 000 научных публикаций, более 50 научных мероприятий, в которых представлены доклады свыше 1 000 авторов, и более 300 видеозаписей. Архив будет размещен в открытом доступе с декабря 2020 года.

ООО ЛИТ «РЕСУРС XXI», lit-resurs21.ru

**Ждем Ваших проектов для участия в конкурсе «УМНИК»
в рамках национальной программы
«Цифровая экономика Российской Федерации»!**

**Победа в конкурсе означает финансирование
в размере 500 000 рублей для авторов инновационных проектов
в возрасте 18-30 лет.**

Подробная информация — на сайте Фонда fasie.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

On the issue of introducing Scrum into the walls of the university

Andreeva Kristina Alekseevna, student;
 Polushkina Irina Andreevna, student;
 Pechkurov Nikita Sergeevich, student;
 Stukalin Andrej Aleksandrovich, student;
 Klovov Igor' Aleksandrovich, student
 Voronezh State Technical University

This article discusses the implementation of SCRUM technology into the work of the department of automated information systems of VSTU, for example, the automation of activities through the software product 1C: University PROF. This process was divided into small sprints and a rough work plan was drawn up.

Key words: SCRUM-technology, 1C: PROF University, 1C: ITIL, sprint, backlog.

SCRUM project management technology is quite new in Russia. However, the implementation of the technology in a number of Russian companies has its own difficulties, since domestic enterprises do not consider it necessary to strictly observe the basic rules of this technology, and the duties of the SCRUM master are simply transferred to the head of the department, thereby saving on wages and jobs in the company. When studying this issue, one should consider the basic principles of the SCRUM technique [4]:

1. People come first. Human interaction is more important than processes and tools.
2. Work is done in small teams of 5 to 9 people, because small teams are more convenient to control.
3. Dividing the task into sprints (at each sprint, a certain product is obtained that can already be used in some way).

4. The most important principle is self-development and self-improvement. Team members are constantly improving their competencies in one area or another.

5. A certain amount of time is allocated for each sprint, after this period of time the result is analyzed.

For the convenience of assigning responsibilities and a visual representation of what stage the project is at, companies use special software products from Advanta, Wrike, GanttPRO, YouGile, Yandex. Tracker, Trello, etc. In the department of automated information technology management systems, these information platforms are not used, the 1C: ITIL program is used to conduct business and its use does not quite fit the SCRUM technique. Consider the difference between 1C: ITIL and Trello — table 1 shows the main features of software products.

Table 1. Features of 1C software products: ITIL and Trello

	1C: ITIL	Trello
Characteristics	1. Paid software product. 2. Appointment of a person responsible for each task. 3. The ability to divide the task into subtasks, but without interconnection.	1. Accessibility, free version for a limited number of users. 2. Open API. 3. Dividing a large task into small sprints, with dedicated backlogs. 4. Create cards for specific tasks. 5. The relationship between cards. 6. Creation of checklists with stages of work. 7. Appointment of a person responsible for each task.

From the table 1, it can be understood that the software product used in the department of automated information management

systems of information technology is not entirely adapted and is suitable for the introduction of SCRUM technology.

Let's consider one of the sprints — the formation of the report «Movement of the contingent for the specified period» for the financial planning department. To do this, you need to break the iteration into small subtasks (backlogs) and define time constraints. Table 2 shows the work schedule.

Table 2

Order number	Time limit	Sprint Backlog	SCRUM-master	Result
1	01.09.2020–06.09.2020	Formation of requirements for the report	Financial planning department	Requirements formed
2	01.09.2020–22.09.2020	Checking the correctness of data about students, namely: <ul style="list-style-type: none"> • name, • contact information, • passport information, • addresses, • basis of training. 	Dean's offices	Dean's offices identified errors and corrected
3	01.09.2020–01.10.2020	Downloading curricula for each area;	Educational and methodical management	All curricula were uploaded on time
4	02.10.2020–15.10.2020	Formation / verification of the history of orders for each individual;	Dean's offices	Order history has been checked and finalized

On the basis of this sprint, it can be concluded that the entire structure of the university is interconnected and if some department does its work incorrectly, this will lead to a shift in terms or incorrect output of information in other departments. The report, which was generated by order of the financial planning department, was completed on time, all errors that arose were resolved at the initial stages.

Table 3. The result of the report

Order of numbers	Faculty	Speciality code	Speciality	Year	Individual	Basis	Registration Clerical date	Registration Number of order	Type off order	Analysis
5863	Faculty of Civil Engineering	08.03.01	Construction	2	Ivanov Ivan Ivanovich	budgetary basis	20.11.2019	3–3939	academic leave	in connection with an appeal on military service
9123	Faculty of Civil Engineering	08.03.01	Construction	1	Petrov Alexander Ivanovich	budgetary basis	03.02.2020	3–4110	academic leave	in connection with an appeal on military service

Based on this report, the financial planning department will be able to compile an analytics for the allocation for a certain period. the departments of the organization has many advantages, for example, the division of large tasks into small ones and its limited time, due to which an approximate work plan can be drawn up. After each sprint, the result is analyzed, in case of an unsuccessful iteration, a team error correction occurs.

In conclusion, I would like to note that the SCRUM technique has a number of advantages and its implementation in

References:

1. Posulikhina AD, Ananchenko IV Scrum model: basic principles of work // Advanced science. — 2019. — S. 119–122.

2. Grechkin V. A., Shulgin A. O. IC: PROF University: New Opportunities for Management and Monitoring // Collection of Scientific Papers of the 13th International Scientific and Practical Conference «New Information Technologies in Education» (IC Technologies for Effective Education and Training to Increase Labor Productivity) January 29–30 year 2013. — 2013. — Part 2. P. 3–8.
3. Evseev L. V. Problems of adaptation of SCRUM-tools in the Russian practice of IT project management // International academic bulletin. — 2015. — No. 2. — S. 60–61
4. SCRUM principles: 5 basic and important [Electronic resource]. URL access mode — <https://ru.scrum-time.com/blog/printsipy-scrum-5-osnovnykh-i-vazhnykh.html> — free. Date of access: 15.10.

Задачи и возможности использования системы искусственного интеллекта в комплексах противовоздушной обороны

Ветерков Денис Александрович, студент магистратуры

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Долгопрудный)

Научный руководитель: Исламов Вадим Кадимович, доктор технических наук

Главный научно-исследовательский испытательный центр робототехники Министерства обороны Российской Федерации (г. Москва)

В статье изложены основные результаты исследования, направленного на выработку инженерно-технических решений по совершенствованию систем управления комплексов противовоздушной обороны. Перечислены принципы и способы применения средств воздушно-космического нападения. Определены задачи системы искусственного интеллекта при реализации процесса целераспределения. Показаны возможности и проблемные аспекты проектирования и построения интеллектуальных систем на основе нейронных сетей для комплексов противовоздушной обороны.

Ключевые слова: средства воздушно-космического нападения (СВКН), противовоздушная оборона (ПВО), целераспределение, система искусственного интеллекта (СИИ), воздушная цель.

Обзор информационных материалов о крупных войсковых учениях и операциях вооружённых сил США и НАТО (в странах Европы, Ближнего Востока, Северной Африки, Центральной Азии) свидетельствует о том, что начальным этапом является организация и ведение обзорной и детальной разведки на сухопутных театрах (участках) и проведение воздушной или воздушно-наземной операции с применением беспилотной и пилотируемой авиации, крылатых и баллистических ракет. Разведывательные и огневые задачи планируются и ставятся, как правило, по направлениям заранее, а их выполнение координируется из центра военного управления (штаба) с охватом всей территории отдельного государства или группы государств — признаки сетецентрической войны.

Для сбора и обработки данных о противнике используются технические средства космической, воздушной и наземной разведки, стационарные и подвижные станции дальнего обнаружения. Они функционируют в контурах информационно-разведывательных комплексов и автоматизированных телекоммуникационных систем управления и связи. Боевые действия охватывают не только наземное и воздушное пространство, но и космическую сферу. Особую угрозу представляют современные средства воздушно-космического нападения.

Принципы и основные способы применения СВКН [1]:
— нанесение внезапного массированного удара по объектам инфраструктуры, крупным городам и насе-

лённым пунктам противника с использованием баллистических и крылатых ракет, бомбардировочной авиации;

— нанесение «разоружающего» удара по военно-промышленным и войсковым тыловым объектам противника, группировкам его войск (сил) при выдвижении из мест постоянной дислокации, районов сосредоточения;

— подготовка и нанесение скоротечных массированных и сосредоточенных ракетных и авиационных ударов по важным военным объектам противника (нормативное время от принятия решения до момента нанесения ударов может составлять не более 60 минут);

— нанесение сосредоточенных и одиночных ударов по центрам и пунктам управления систем противовоздушной и противоракетной обороны противника, находящихся на дежурстве;

— нанесение групповых, сосредоточенных и одиночных ударов по боевым порядкам сил и средств противника с использованием баллистических и крылатых ракет, пилотируемых самолётов и вертолётов, разведывательных и ударных беспилотных летательных аппаратов.

Примером нанесения внезапного массированного огневого удара может служить запуск 60-ти крылатых ракет «Томагавк» Военно-морскими силами США по сирийской авиабазе Эш-Шайрат в 2017 году [2].

Военные специалисты отмечают, что задача полного отражения таких ударов средствами (боезапасом) только одного комплекса ПВО может оказаться невыпол-

нимой. Зенитный ракетный комплекс (ЗРК) дальнего действия С-400 способен одновременно обстрелять до 36 воздушных целей, а зенитный ракетно-пушечный комплекс (ЗРПК) ближнего действия «Панцирь-С1» — до 24 воздушных целей. Достичь высокую эффективность отражения массированных ударов возможно путём объединения различных по дальности и назначению комплексов ПВО в единой организационно-технической системе (формировании). Важную роль при этом будут играть управленческие факторы, прежде всего — решение задач целераспределения в органах и пунктах управления.

Большинство современных отечественных и зарубежных зенитных ракетных и пушечных комплексов могут реализовывать боевые задачи в полуавтоматическом режиме, то есть обнаруживать и сопровождать цели, осуществлять целеуказание, наведение и пуски ракет, открытие огня при участии людей-операторов [1].

Анализ состава и тактико-технических характеристик комплексов ПВО показывает, что существующие и используемые приборы и алгоритмы целераспределения не в полной мере отвечают требованиям обеспечения надёжности и эффективности выполнения задач идентификации, выбора и назначения разнородных воздушных целей для средств поражения. Информационно-аналитические и расчётные алгоритмы работают обособленно, в контурах одного комплекса ПВО, то есть без возможности автоматической переадресации задач поражения целей каким-либо другим зенитным комплексам или средствам. Кроме того, существует высокая вероятность отработки задач целеуказания по ложным целям при устойчивом их сопровождении, так как в алгоритмах не предусмотрены сравнительная оценка текущих параметров полёта аппаратов и идентификация их по признаку «ложная цель — реальная цель» (хотя бы по аналогии с принципами «свой — чужой»). Также ложные цели могут иметь отличительные, завышенные параметры полёта, значения которых в алгоритмах распознавания образов и целераспределения определяются и позиционируются в качестве приоритетных для выбора средств поражения.

В этой связи возникает необходимость постановки и решения важной проблемы системного инжиниринга — разработать предложения по усовершенствованию средств и алгоритмов целераспределения для повышения эффективности функционирования комплексов ПВО.

Одним из путей решения проблемы является разработка, создание и внедрение в контуры управления комплексов ПВО систем с искусственным интеллектом.

Искусственный интеллект (ИИ) — англ. *artificial intelligence* (AI) — способность системы правильно интерпретировать внешние данные, извлекать уроки из таких данных и использовать полученные знания для достижения конкретных целей и задач при помощи гибкой адаптации [3].

Система искусственного интеллекта или интеллектуальная система — есть совокупность технических или аппаратно-программных средств, способных решать за-

дачи, традиционно считающиеся творческими в конкретной предметной области, знания о которой хранятся в устройстве памяти и циркулируют в замкнутом функциональном контуре. Структура интеллектуальной системы включает три основных блока — база (накопитель) знаний, генератор решений, интерфейс.

Главным свойством интеллектуальной системы является возможность выполнять творческие и управленческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека [4].

Одной из важных задач, стоящих перед заказчиками и разработчиками комплексов ПВО, является обеспечение возможности их группового применения. В состав группы могут входить комплексы, модули и средства различного назначения и конструктивно-технического исполнения. Это предопределяет необходимость построения и включения в состав комплексов «умных» систем управления с соответствующими подсистемами и каналами связи, управления радиолокационными и оптико-электронными приборами, вычислительно-аналитическими устройствами, программными средствами и алгоритмами. Они должны удовлетворять требованиям ведения мониторинга в реальном масштабе времени: анализ параметров, фиксирования фактов обнаружения, сопровождения, идентификации крупноразмерных, малогабаритных и миниатюрных воздушных целей.

Такие задачи реализуются в системах с искусственным интеллектом. Алгоритмы целераспределения в СИИ должны обеспечивать самообучение, адаптацию, выбор режимов функционирования с учётом изменений обстановки, самостоятельно контролировать действия бортовых устройств, используя только входные данные. Проблемным аспектом является оценка результатов поражения атакуемых целей. Немаловажное значение имеет разработка алгоритмов воздействия по малоразмерным и миниатюрным воздушным целям — летательным аппаратам (дронам, коптерам), которые могут совершать полёты стаями и роем [5].

При разработке моделей и методик для изучения возможностей комплексов вооружения и военной техники, в частности комплексов ПВО с СИИ их целесообразно представлять (ассоциировать, рассматривать) в виде многоагентных систем. При этом могут использоваться методы системного инжиниринга, экспертных оценок, логики построения организационно-технических систем, теорий вероятностей, прогнозирования событий, эффективности стрельбы, массового обслуживания, математического моделирования, линейного и динамического программирования и др.

Многоагентная система представляет собой совокупность динамических объектов с сетевой структурой, функционирующих и взаимодействующих на основе принципов самодостаточности, эффективного реагирования, роботизации, самоорганизации, адаптации, экономичности. Агентами могут выступать автономные комплексы или отдельные боевые единицы — объекты,

способные самостоятельно выполнять поставленные задачи с последующей оценкой результатов своих действий.

Объекты в многоагентной системе, как правило, взаимосвязаны и взаимообусловлены — детерминированы. Они имеют качественные и количественные показатели. В совокупности или в каком-нибудь определённом отношении (сочетании) оценочные показатели могут характеризовать возможности выполнения задач в целом, а также составляющих их структурно-функциональных элементов и событий, в частности, — объектов и процессов целераспределения. В качестве показателей и критериев могут выступать оценки полноты и (или) эффективности выполнения задач за заданное время.

В военно-научной и технической литературе целераспределение рассматривается как сложный процесс. Он позиционируется в виде одной из основных функций органов (пунктов) управления войсками и оружием. Для описания и изучения (декомпозиции, детализации) реального или прогнозируемого процесса целераспределения применительно к комплексам ПВО с СИИ могут быть использованы следующие показатели и обозначения:

$$W(T) = F(X_i, Y_j; T),$$

где W — показатель полноты или эффективности выполнения задач в процессе целеуказания; T — продолжительность процесса; F — целевая функция (интегральный или иного вида закон распределения величин); X_i — характеристики или показатели типа боевой единицы, средства ПВО; Y_j — характеристики или показатели типа, класса, вида воздушной цели, СВКН.

Сущность процесса целеуказания заключается в решении следующих аналитических задач:

- определение общего количества целей времени нахождения их в зонах ответственности на основе результатов оценки воздушной обстановки, удаления, эшелонирования, высоты и скорости полёта целей (СВКН);

- определение опасных целей — признаков, образов, вида, класса, типа, параметров полёта, энергетических и других характеристик;

- ранжирование целей по опасности и важности и выявление ложных целей;

- определение факта или вероятности вхождения j -ой цели в зону поражения i -ой боевой единицы;

- оценка эффективности воздействия i -ой боевой единицы по j -ой цели с учётом показателей досягаемости, точности, вероятности поражения (уничтожения);

- определение состояния, боеготовности, количества боеприпасов (боекомплекта, боезапаса) i -ой боевой единицы к определённому времени t ($0 < t \leq T$);

- целезакрепление i -ой боевой единицы за j -ой целью;

- выбор вооружения и определение потребного количества (наряда) средств i -ой боевой единицы для поражения (уничтожения) обнаруженных и сопровождаемых j -х целей;

- точечное указание целей — подача команды, сигналов на средства управления или огневые модули i -х бое-

вых единиц, выбранных для осуществления пусков ракет, ведения стрельбы;

- оценка результатов пусков ракет, ведения стрельбы, воздействия по целям;

- перенацеливание — выбор следующей или другой цели при необходимости их поражения (уничтожения).

Перечисленные задачи определяют содержание основных этапов (фаз) процесса целераспределения, протекающего в системе «обнаруженные воздушные цели — средства распределения целей — средства воздействия по целям».

Отметим, что в формированиях (группах) ПВО с различными типами боевых единиц (объектов-агентов с СИИ) — процесс целераспределения может носить более сложный и динамичный характер. Случайная алгоритмическая или программная ошибка может сразу же привести к игнорированию j -ой воздушной цели какой-либо i -ой боевой единицей, к сбою, нарушению последовательности действий и необходимости перестроения работы всей СИИ. Своевременное и адекватное реагирование на изменения зависят от ряда факторов: достоверности и скорости обработки информации, ситуационной осведомленности системы и её элементов, возможностей по обучаемости и групповому поведению объектов-агентов. Главными задачами СИИ в таких случаях, возможно, будут такие, как обеспечение сетевой циркуляции больших объёмов информации, отслеживание и синхронизация действий элементов системы на всех её иерархических уровнях, включение и использование резервных каналов управления для восстановления алгоритмов и обеспечения нормального функционирования системы.

СВКН имеют общие и отличительные классификационные признаки, по которым они могут быть закреплены за конкретными боевыми единицами в многоагентной системе. Решение задачи выбора «эффективной» i -ой боевой единицы для поражения j -ой цели может быть организовано на основе метода интеллектуальной классификации. Точность определения класса цели напрямую зависит от количества признаков цели: чем больше признаков, тем выше точность и надёжность работы СИИ [6].

Современные радиолокационные станции позволяют обнаруживать воздушные цели (СВКН) и распознавать их на большом удалении. Каждая потенциальная цель имеет характерные физические признаки, определённую конфигурацию, геометрические размеры, материалы корпуса, параметры полёта. Например, крылатые ракеты и малогабаритные БЛА имеют небольшую скорость и высоту полёта, обладают малой и сверхмалой радиолокационной заметностью (эффективная поверхность рассеяния составляет 0,1–0,01 м²). При электромагнитном облучении целей и обработке отражённых поляризованных сигналов могут быть получены их индивидуальные поляризационные портреты [7].

Построение нейронных сетей по распознаванию поляризационных портретов и их объединение в СИИ имеют ряд сложностей технологического характера. Это свя-

зано с тем, что воздушные цели могут иметь множество различных поляризационных портретов. Проблемными аспектами являются: формирование и актуализация базы исходных данных, алгоритмизация процессов распознавания символов, обучение «дорисовывать» наброски предметов, то есть составлять по имеющимся плоскостным или объёмным проекциям образов изображения для сравнения с эталонными фотоснимками. Возникает необходимость создания специальных нейронных сетей, способных роботизировать процессы обнаружения, идентификации целей (СВКН), выявления ложных объектов,

выбора рациональных средств борьбы с ними и контроля результатов воздействия по целям.

Таким образом, в настоящее время возможности по проектированию, созданию и внедрению систем искусственного интеллекта военного назначения значительно ограничены. Решение исследовательских, конструкторских, инженерно-технических задач по совершенствованию комплексов ПВО требует системного подхода, использования достижений в областях микроэлектроники, создания квантовых компьютеров, систем с искусственным интеллектом на основе нейронных сетей.

Литература:

1. Ю. В. Сиротенко. О совершенствовании противовоздушной обороны Сухопутных войск / Военная мысль. — 2019. — Вып. № 4. — с. 32–41.
2. П. Румянцев. «Уроки» ракетного удара США по территории Сирии или как бороться с крылатыми ракетами. [Электронный ресурс]. URL: <https://dfnc.ru/c106-technika/uroki-raketnogo-udara-ssha-po-territorii-sirii-ili-kak-borotsya-s-krylatymi-raketami/> (дата обращения: 23.04.2017).
3. Andreas Kaplan; Michael Haenlein (2019) Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence, Business Horizons, 62 (1). — <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/> (дата обращения: 10.11.2020).
4. А. Н. Аверкин, М. Г. Гаазе-Рапопорт, Д. А. Поспелов. Толковый словарь по искусственному интеллекту. — М.: Радио и связь, 1992. — 256 с.
5. В. Э. Карпов. От роевой робототехники к социуму роботов // Программа конференции: «Искусственный интеллект: Проблемы и пути решения». — 2018. — с. 122–130.
6. В. М. Курейчик, И. Б. Сафроненкова. Интеллектуальная классификация в условиях шума // Программа конференции «Искусственный интеллект: Проблемы и пути решения». — 2018. — с. 59–64.
7. Д. В. Кваснов, Д. Г. Фандеев. Опыт создания искусственных нейронных сетей для распознавания наземных объектов по поляризационным портретам // Вестник воздушно-космической обороны. — 2020. — Вып. № 1 (25). — с. 109–114.

Системный подход при разработке систем отображения информации радиолокационной станции

Зимин Евгений Антонович, студент

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Долгопрудный)

Ходатаев Николай Андреевич, заместитель генерального конструктора

АО «Концерн «Радиотехнические и Информационные Системы» (г. Москва)

В статье рассмотрены вопросы построения системы отображения информации и доведения актуальной информации до оператора на примере СОИ РЛС для принятия решения в условиях современной информатизации и увеличения объёма отображаемой информации. Определяются основные задачи СОИ. Предлагается вариант классификации информации, её приоритезация и структура её отображения на основе методов системного инжиниринга (V-диаграмма, причинно-следственная диаграмма (Исикавы), метод противоречий, матрица N2, ТРМ анализ, метод FMEA).

Ключевые слова: система отображения информации, СОИ, РЛС, системный инжиниринг, методы проектирования.

Система отображения информации (СОИ) — это совокупность технических и программных средств, обеспечивающих представление необходимых данных человеку-оператору. СОИ является материальной основой для формирования информационной модели и состоит

из отдельных, зачастую взаимосвязанных между собой элементов зрительной и акустической индикации. [6] Задачей СОИ является, предоставление оператору необходимой для оперативного принятия решений информации о состоянии объекта наблюдения.

СОИ для решения задачи предназначения должна удовлетворять следующим инженерно-психологическим требованиям:

1. Обеспечивать оператора необходимой и достаточной информацией для оценки ситуации и возможности принятия правильного решения, а также контроля за его исполнением.

2. Информация должна быть подана в тот момент, когда в ней возникает необходимость (принцип системного инжиниринга «in time»).

3. Форма представления информации должна соответствовать психофизиологическим возможностям человека по восприятию, специфике его деятельности и условиям работы.

4. Получаемая информация должна правильно отражать положение и состояние управляемого объекта, предоставляться с запасом времени, достаточным для ее обработки.

5. Давать оператору дополнительную информацию по запросу, а также обеспечивать надежное восприятие аварийных сигналов.

6. Поток информации должен быть меньше пропускной способности оператора.

В современных технических системах повсеместно применяются СОИ, причём объём информации, ко-

торый может быть отображён значительно больше психофизиологических возможностей человека. Данный факт обусловлен развитием цифровой техники, микроэлектроники и цифровизации современных технических систем. В современных РЛС широко применяются СОИ для решения задач контроля состояния аппаратно-программных комплексов и РЛС в целом, результатов обработки радиолокационной информации и её анализа. РЛС являются сложной технической системой с множеством встроенных датчиков, информация от которых необходима оператору для принятия решения. [4,5] Объём формируемой и регистрируемой информации в современных РЛС в сотни раз больше, чем в РЛС создаваемых в XX веке. СОИ современных РЛС по сравнению со своими предшественниками имеют более высокие возможности по передаче и отображению объема разноплановой информации операторам.

СОИ РЛС строятся на современных вычислительных комплексах с использованием баз данных и высокоскоростных каналов связи. Вывод информации на рабочих местах оператора (РМО) отображается на дисплеях, индикаторах, мониторах и экранах, а также сопровождается звуковыми сигналами при необходимости. Структурная схема СОИ приведена ниже на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема СОИ

Следствием указанных выше факторов стало то, что в современных СОИ объём отображаемой информации превосходит возможности по её анализу и восприятию оператором, что в свою очередь приводит к необходимости классификации и приоритезации информации и построения многоуровневой иерархической системы отображения.

Для приоритезации информации существуют следующие критерии классификации:

- По важности:
 - Очень важная,
 - Важная,
 - Первостепенная,
 - Второстепенная (вспомогательная),

- Не важная ()
- По решаемым задачам оператором (-ами):
 - Технический и функциональный контроль,
 - Основная задача назначения РЛС,
 - Анализ зарегистрированной информации,
 - Управление РЛС,
 - Анализ взаимодействия с КП (ЗКП).
- По типу обработки информации:
 - Текущая (RealTime),
 - Зарегистрированная информация.
- По типу самой информации:
 - Общая,
 - Частная,
 - Обобщённая,
 - Дополнительная,
 - Справочная.
- По способу ее отображения:
 - Индикатор,
 - Таблица,
 - График,
 - Гистограмма,
 - Мнемосхема,
 - Звуковой сигнал,
 - Меню,
 - Всплывающая подсказка.
- По уровню ее отображения:
 - 0-ой уровень (всегда присутствует в области отображения на верхнем уровне),
 - 1-ый уровень,
 - 2-ой уровень,
 - 3-ий уровень.

Подавляющий объем информации СОИ передает операторам в визуальном виде для восприятия органами зрения. Основной проблемой подобных систем является перегрузка оператора объемом получаемых разноплановых данных. Причина этого в ограничениях физиологических возможностей человека по восприятию, анализу и обработке входящей информации. Что в свою очередь требует логического структурирования и определения перечня минимальной необходимой информации для принятия решения в зависимости от выполняемой задачи. Программа отображения и управления РЛС должна соответствовать определенной в ходе анализа логической структуре.

Системный подход при разработке систем отображения информации РЛС

В процессе создания новых РЛС функциональность всего изделия в целом и программного обеспечения рассматривается разработчиками отдельно от пользовательского интерфейса, реализуемого СОИ посредством программы отображения. В следствии чего рассмотрение элементов взаимодействия пользователя и изделия поверхностно, т. к. для разработчиков РЛС пользовательский интерфейс (программа отображения) является дополнением к функциональности изделия в целом. Для Заказчика и Пользователя взаимодействие с пользовательским интерфейсом (программой отображения) формирует впечатление от работы с изделием и является программным обеспечением.

мирует впечатление от работы с изделием и является программным обеспечением.

Поэтапная разработка программы отображения позволяет повысить эффективность всего программного продукта в целом, уменьшить время обучения пользователей, снизить стоимость доработки после внедрения, а также полностью использовать заложенную в ПО функциональность.

Важной задачей в процессе реализации и разработки систем отображения информации для однородных объектов, которые будет эксплуатировать одна группа пользователей, это создание логического единообразия построения систем отображения вне зависимости от объекта, при которой частные характерные черты не будут влиять на общую структуру единую для всех.

Отображение информации должно быть многослойным для реализации возможности вывода тех данных которые необходимы конкретному оператору для конкретной задачи, при этом все дополнительные виды данных, выведенные не в основном слое, должны оперативно сбрасываться по требованию оператора или системы во время важного (тревожного) события для концентрации внимания на происходящем. Так же следует использовать единую систему кодирования информации и общий перечень сокращений, в разных однотипных устройствах, т. е. сокращения или коды не должны иметь разных значений.

Для создания оптимального соотношения минимальной достаточной для принятия решений информации необходимо определить ее критерии. Выполнить эту задачу поможет междисциплинарный подход системной инженерии, охватывающий все технические усилия по развитию и верификации интегрированного в жизненном цикле множества решений, которые удовлетворяют требованиям Заказчика. [1,2] Рассмотрим их далее.

Одним из основных инструментов данного подхода, облегчающем выделение и обозначающим взаимосвязь процессов проектирования и верификации с фазами жизненного цикла проекта является V-диаграмма, приведенная на рисунке 2 ниже. Данный инструмент можно масштабировать от рассмотрения всего изделия на всех этапах до рассмотрения конкретных компонентов и частей, обеспечивающих выполнение поставленных задач и требований в рамках конкретного этапа. V модель помогает определить требования перед началом процесса разработки, сформулировать логическую архитектуру и тем самым выявить критерии тестирования и верификации испытаний готового продукта. [3]

Инструментом позволяющим визуализировать и облегчить восприятие проблематики, сформировать решение которой необходимо, является причинно-следственная диаграмма (Исикавы, «Фишбоун»), приведенная ниже на рисунке 3. В этом примере рассмотрена проблема не оперативной и не точной оценки параметров состояния системы, определены причины этого и отсортированы по факторам влияния на рассматриваемую проблему.

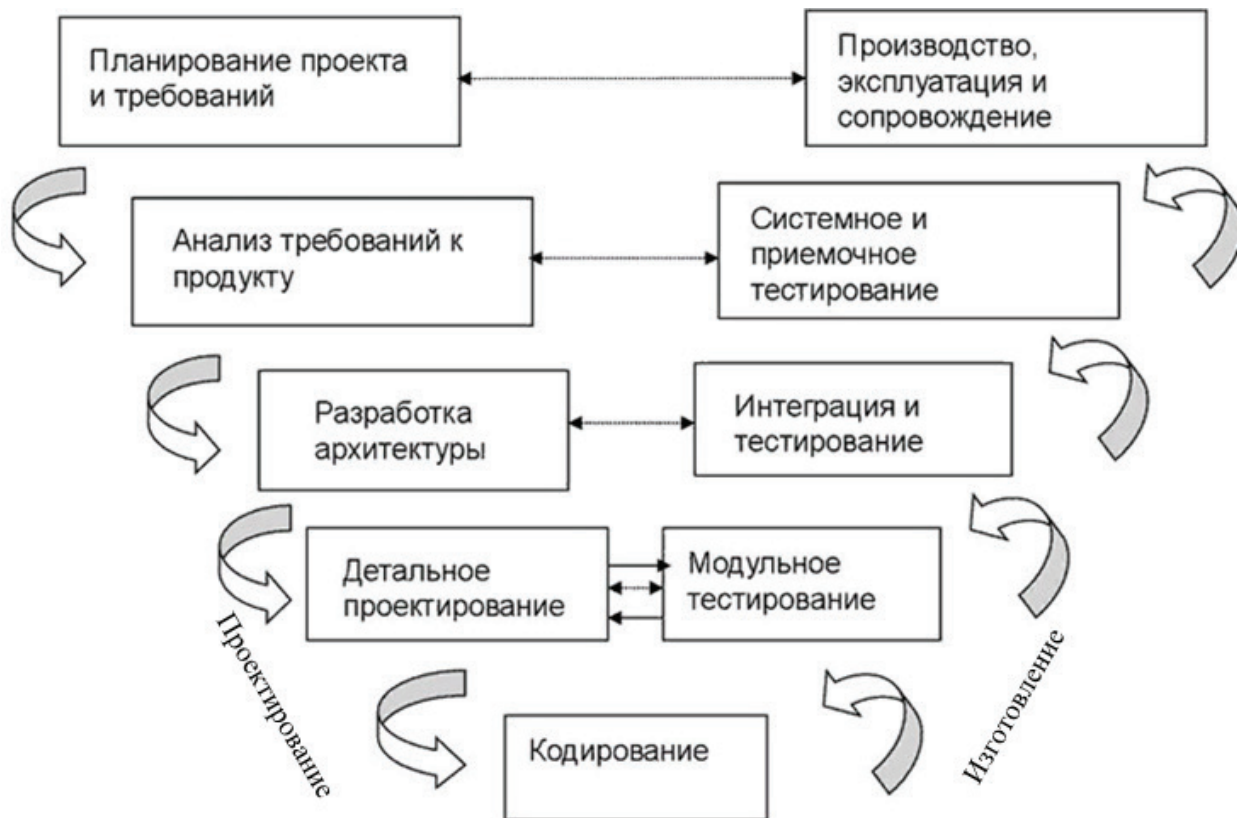


Рис. 2. Взаимосвязь процессов проектирования и верификации V-диаграмма

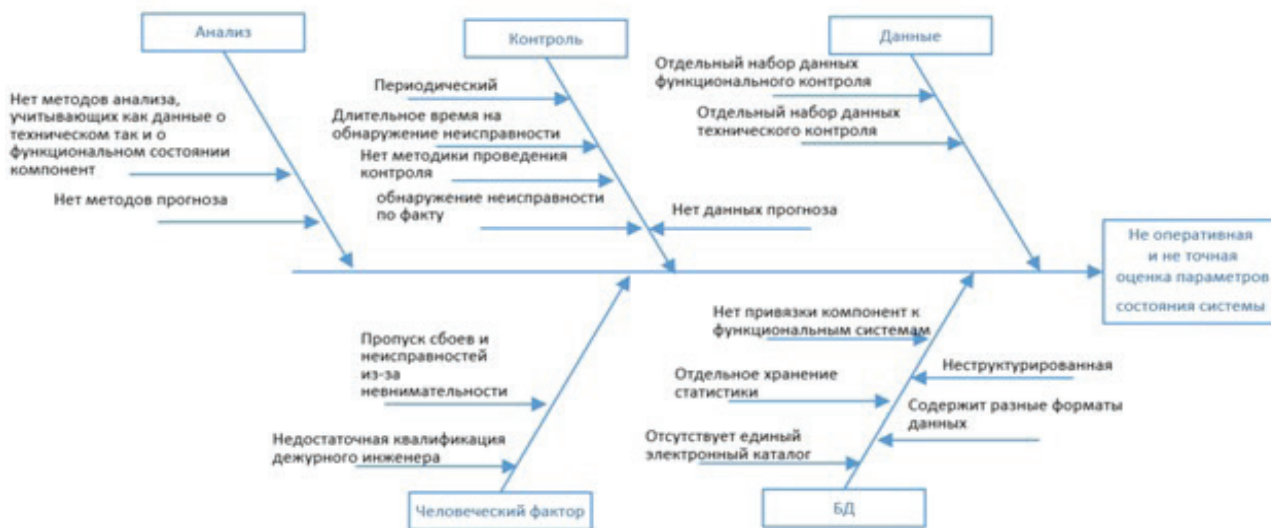


Рис. 3. Диаграмма Исикавы

Важным инструментом для выделения проблем является метод противоречий. Он включает в себя этап определения основных параметров и формулирования проблемы. Пример приведен на рисунке 4. Рассмотрена проблема превышения психофизиологических возможностей оператора по восприятию объема информации. Сформулировано противоречие между полнотой предоставляемой информации для принятия решений и возможностью по его восприятию.

Другим удобным и простым для использования в работе методом является матрица N2. Этот способ облегчает проведение оценки значимости функций наиболее приоритетных для выполнения требований и решения проблем при создании системы, приведен на рисунке 5 ниже. Сначала определяется приоритетность между всеми параметрами (функциями), принятыми к анализу. Вычисляется абсолютный и относительный вклад каждого из них для определенной совокупности функций.

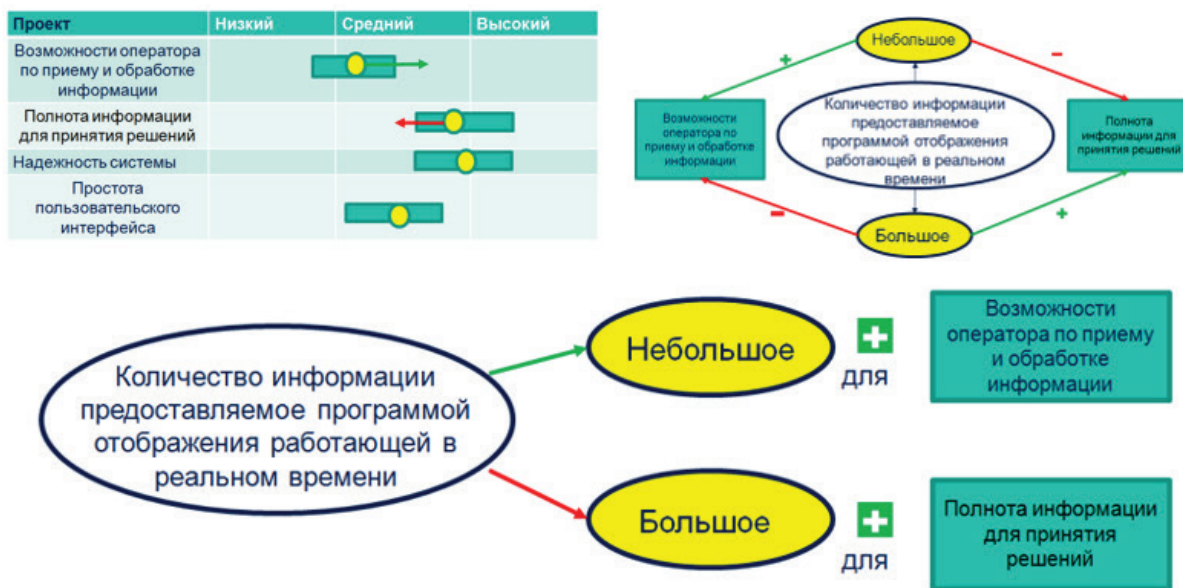


Рис. 4. Метод противоречий при формулировании проблемы

Функции		F1	F2	F3	F4	F5	F6
Стоимость производства	F1	=	>	>	<	<	<
Габаритные размеры	F2	<	=	<	<	<	<
Энергоэффективность	F3	<	>	=	<	<	<
Информативность	F4	>	>	>	=	>	<
Эргономические характеристики	F5	>	>	>	<	=	<
Надежность	F6	>	>	>	>	>	=

Функции		F1	F2	F3	F4	F5	F6	Σ
Стоимость производства	F1	2	3	3	1	1	1	11
Габаритные размеры	F2	1	2	1	1	1	1	7
Энергоэффективность	F3	1	3	2	1	1	1	9
Информативность	F4	3	3	3	2	3	1	15
Эргономические характеристики	F5	3	3	3	1	2	1	13
Надежность	F6	3	3	3	3	3	2	17

Функции		Абсолютный вклад	Относительный вклад
Стоимость производства	F1	121	0,12955
Габаритные размеры	F2	49	0,052463
Энергоэффективность	F3	81	0,086724
Информативность	F4	225	0,240899
Эргономические характеристики	F5	169	0,180942
Надежность	F6	289	0,309422
		934	

Рис. 5. Оценка значимости функций с помощью матрицы N2

Наименее приоритетными из представленных к рассмотрению в данном примере функций являются F2 (габаритные размеры) и F3 (энергоэффективность), а наиболее важной F6 (надежность).

Оценка значений функциональных параметров, заданных требованиями, которые обеспечиваются различными альтернативами производится методом TRM. Каждому из параметров при различных вариантах реализации дается экспертная оценка. Вариант, набравший мак-

симальный балл при суммировании вклада, полученного от каждой функции произведением ее веса на экспертную оценку, является лучшим. Пример приведен на рисунке 6 ниже. В данном примере мы рассматриваем 3 варианта реализации системы: выбор аналога, разработка новой и реализация с кооперацией. В нем по совокупности вкладов в результат всех параметров (функций) рассмотренных в примере лучшим оказывается вариант 2 — разработка новой системы.

Функции		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Стоимость производства	F1	1	0,8	0,6
Габаритные размеры	F2	0,8	0,9	0,8
Энергоэффективность	F3	0,5	0,6	0,6
Информативность	F4	0,8	0,9	1
Эргономические характеристики	F5	0,5	0,9	0,8
Надежность	F6	1	0,9	0,8

- Оценка вариантов дана в долях единицы (1-самый лучший)
 - Вес функции F1(0,129), F2 (0,052), F3(0,086), F4 (0,24), F5 (0,18), F6 (0,309)
- С учетом веса функций:
 Вариант 1 – выбор аналога системы 0,8046
 Вариант 2 – разработка новой системы 0,861
 Вариант 3 – реализация кооперацией с дополнительными требованиями 0,8049

Рис. 6. TRM-анализ, основные критерии и выбор

Для оценки рисков, связанных с реализацией каждой из альтернатив, применяют методику Failure mode and effects analysis FMEA. Экспертным путем определяются индексы вероятности возникновения риска, значимости их

последствий, возможности обнаружения. Так же рассматривают возможные варианты снижения рисков. Далее проводят сравнение всех вариантов с учетом возможных рисков. Пример приведен на рисунках 7 и 8 ниже.

№ 1	Потенциальный риск	Risk Pfority Number				RPN	Действия смягчающие риск	Risk Pfority Number				RPN
		Индекс вероятности отказа	Индекс значимости последствий	Индекс возможности обнаружения				Индекс вероятности отказа	Индекс значимости последствий	Индекс возможности обнаружения		
2	Ошибки при проектировании(разработке)	2	7	3	42	отработка на моделях макетах и прототипах различных сценариев	1	4	6	24		
3	Несоблюдение сроков	4	9	5	180	Подробное планирование, контроль, снижение бюрократических проволочек	2	7	1	14		
4	Возрастание стоимости реализации	2	3	3	19	Подробная проработка поставленных задач на этапе подготовки к эскизному проекту	1	2	2	4		
	RPN				240	TRPN				42		

Рис. 7. Оценка рисков, связанных с реализацией каждой альтернативы с помощью матрицы FMEA. вариант 1

Варианты	Оценка рисков по методике FMEA		Оценка рисков по методике FMEA с учетом мероприятий по смягчению рисков	
	Число рисков	Процент снижения риска	Число рисков	Процент снижения риска
Вариант 1	240	57,97	42	10,15
Вариант 2	414	100%	62	14,98
Вариант 3	381	92,03	146	35,27

Рис. 8. Анализ рисков. Методика Failure mode and effects analysis (FMEA)

На рисунке 8 мы видим, что в данном примере реализация второго варианта имеет максимальный риск, но этот же вариант имеет максимальное снижение риска относительно остальных и тем самым является самым выигрышным.

Заключение

Была рассмотрена проблематика проектирования современных СОИ для РЛС. Освещена сложность задач, решаемых при отображении возрастающего объема информационного потока, связанных с междисциплинарными задачами.

Систематизация требований и реализации процесса разработки, а также поиска новых решений, использование подходов применяемых при построении ракетно-космических систем, изучаемых в курсах системного инжиниринга, помогут в процессе реализации проектов по построению РЛС поднять качественно выше уровень проработки систем и всего изделия в целом.

Для проведения всестороннего анализа при решении задач по созданию системы отображения информации, удовлетворяющей требованиям, а также и других сложных компонентов и систем, необходимо применять весь доступный инструментарий методик. Это позволит выявить неочевидные закономерности, задать важные верные требования и определить противоречия и возможные варианты их решений, тем самым избежать проблем в процессе внедрения и сдачи изделий, сократить расходы и время на разработку, связанные с ошибочными решениями.

При создании программ отображения реального времени как основного элемента взаимодействия заказчика с Изделием использовать стандарт ANSI PMI PMBOK с применением V-модели интегрирующей все компоненты изделия в единую систему и с применением принципов Six Sigma, позволяющих обеспечивать и контролировать качество разработки на всех этапах, от эскизного проектирования до испытаний. [7]

Литература:

1. ГОСТ РВ 0029–05.007–2009 Государственный военный стандарт Российской Федерации — Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Интерфейс человекo-машинный. Общие эргономические требования.
2. ГОСТ РВ 29.05.011–99 Государственный военный стандарт Российской Федерации _Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Обеспечение программное образцов вооружения и военной техники. Общие эргономические требования.
3. Романов, А. А. Прикладной системный инжиниринг. М.: Физматлит, 2015. — 555 с.
4. Сергеев, С. Ф., Падерно П. И., Назаренко Н. А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: Учебное пособие. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. — 108 с.
5. Сергеев, С. Ф. Эргономика объектов вооружения: Курс инженерной психологии для конструкторов управляемого оружия/ С. Ф. Сергеев — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — 143 с.
6. Энциклопедический словарь по психологии и педагогике. 2013. [Электронный ресурс] // Сайт «Академик» / URL: http://psychology_pedagogy.academic.ru/19183/ (Дата доступа 15.09.2020).
7. Учебный курс Основы управления проектами (на основе стандарта PMI PMBOK Guide 6th Edition., 2017.

Разработка компьютерной модели сверхширокополосного канала связи

Митрофанова Татьяна Владимировна, студент магистратуры
Научный руководитель: Езерский Виктор Витольдович, доктор технических наук, профессор
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В статье уделяется внимание разработке компьютерной модели сверхширокополосного канала связи. В данной работе были проведены исследования метода классификации Random Forest для обнаружения аномалий в сетевом трафике сверхширокополосного канала связи. Для эффективного применения интеллектуального анализа данных в первую очередь были разобраны наиболее частые атаки на сетевые ресурсы СШП канала связи. В результате чего был выбран метод машинного обучения с учителем. Основываясь на различных источниках, был выбран универсальный метод классификации Random Forest, который эффективно справляется с нелинейной регрессией. Сравнение критериев эффективности модели без настроек и с применением изученных значений параметров демонстрируют колоссальный прирост эффективности более чем на 14%, что подтверждает верность выбора параметров.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, компьютерная модель, сверхширокополосный канал связи, аномалии, машинное обучение, метод классификации Random Forest

Development of a computer model of ultra-bandwidth communication

Mitrofanova Tatiana Vladimirovna, student master's degree programs
Scientific adviser: Ezerskij Viktor Vitoldovich, doctor of technical sciences, professor
Ryazan State Radio Engineering University

The article focuses on the development of a computer model of an ultra-wideband communication channel. In this paper, studies of the Random Forest classification method were carried out to detect anomalies in the network traffic of an ultra-wideband communication channel. For the effective application of data mining, first of all, the most frequent attacks on the network resources of the UWB communication channel were analyzed. As a result, the supervised machine learning method was chosen. Based on various sources, a universal classification method Random Forest was chosen, which effectively handles non-linear regression. Comparison of the performance criteria of the model without settings and using the studied parameter values demonstrate a colossal increase in efficiency by more than 14%, which confirms the correctness of the choice of parameters.

Keywords: data mining, computer model, ultra-wideband communication channel, anomalies, machine learning, Random Forest classification method

В настоящее время сверхширокополосные сигналы широко используются в современных высокоскоростных системах связи стандартов WiMax, LTE, при передаче информации цифрового телевидения (DVB-T) и радио (DRM, DAB), в системах радиолокации и т. д. В связи с ростом вычислительной мощности и количества узлов в любой сети увеличивается и количество данных, проходящих через них, что влечет за собой необходимость применения все более совершенных подходов к обеспечению информационной безопасности, при условии непрерывной безотказной работы информационной системы, что обеспечивает актуальность рассматриваемой темы.

В связи с тем, что в крупных предприятиях большая часть работы происходит с использованием сетевого взаимодействия, корпоративные сети все чаще подвергаются атакам злоумышленников [3, с. 12]. Анализ сетевого трафика сверхширокополосного канала связи на сегодняшний день является одним из самых перспективных направлений обеспечения сетевой безопасности.

В данной работе рассмотрена идея предотвращения атак путём анализа трафика с целью выявления аномалий, и последующее игнорирование таких пакетов. Для этого использован нелинейный регрессионный анализ сетевого трафика в перспективе в связке с устройствами сбора, накопления и обработки.

Для оценки качества алгоритмов классификации данных можно использовать различные критерии и показатели [2]. В основном они базируются на полноте (*recall*) и точности (*precision*), которые в свою очередь получаются из отношений ошибок второго и первого рода.

Ошибка первого рода («ложная тревога») заключается в определении положительного примера как отрицательного [1]. Например, классификация здорового пациента как больного.

Ошибка второго рода заключается в определении отрицательного примера как положительного. Например, классификация больного пациента как здорового. Минимизацией ошибок такого рода надо заниматься в первую очередь, т. к. они несут большую угрозу нежели ошибки первого рода.

В результате применения модели к исследуемым данным можно получить четыре исхода:

- *TP (true positive)* — истинно-положительный — верная классификация положительного примера как положительного;
- *FP (false positive)* — ложноположительный — ошибка первого рода, неверная классификация положительного примера как отрицательного;
- *TN (true negative)* — истинно-отрицательный — верная классификация отрицательного примера как отрицательного;
- *FN (false negative)* — ложноотрицательный — ошибка второго рода, классификация отрицательного примера как положительного.

Обычно эти исходы представляются в виде упрощенной таблицы ошибок (таблица 1).

Таблица 1. Матрица ошибок сверхширокополосного канала связи

		Экспертная оценка	
		Положительная	Отрицательная
Оценка классификатора	Положительная	TP	FP
	Отрицательная	FN	TN

Точность (*precision*) — это доля наблюдений, действительно принадлежащих данному классу относительно всех наблюдений, которые система отнесла к этому классу.

$$PRECISION = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

Полнота (*recall*) — это доля найденных классификатором наблюдений, принадлежащих классу относительно всех документов этого класса в тестовой выборке.

$$RECALL = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

Дополнительно в качестве метрик качества работы алгоритмов сверхширокополосного канала связи рассматриваются *AUC (area under curve)* — площадь под *ROC* и процент корректно распознанных наблюдений *TPR*.

ROC монотонно не убывает. Чем ближе кривая пролегает к точке (0,1), тем лучше работает классификатор. На рисунке 1 представлены результаты работы сверхширокополосного канала связи классификатора с низким уровнем качества (слева), у которого процент ошибки примерно равен 50, и классификатора с удовлетворительным уровнем качества (справа). Видны различия *ROC* в зависимости от уровня качества классификации и наглядно показано на какой вид данной кривой надо ориентироваться при оценке.

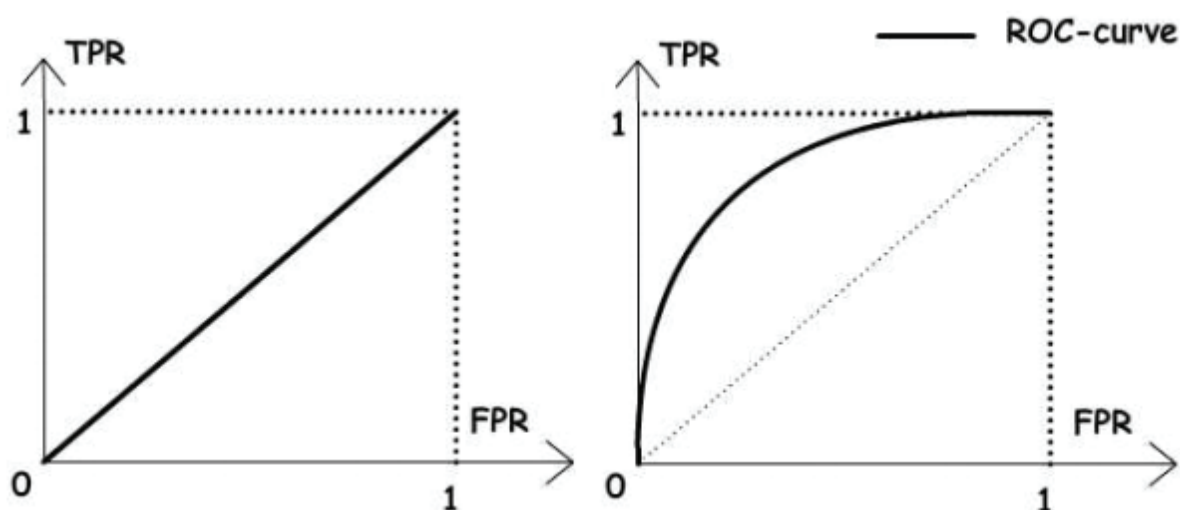


Рис. 1. Вид *ROC*-кривой в зависимости от качества работы классификатора

Для того чтобы оценить *AUC* (площадь под кривой) введём дополнительное обозначение \vec{y} — отклики, присвоенные классификатором. Условно пометив два класса как {0,1}, получим:

$$\text{AUC}(y, \tilde{y}) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n I[y_i < y_j] * I[\tilde{y}_i < \tilde{y}_j]}{(\sum_{i=1}^n I[y_i = 0]) * (\sum_{i=1}^n I[y_i = 1])}. \quad (3)$$

Регрессионный нелинейный анализ, позволяет выявить нелинейные отношения между параметрами и дать приблизительные прогнозы высокой точности сверхширокополосного канала связи.

В работе применяется анализ данных, обеспечивающий автоматическое выявление скрытых закономерностей. Для этих целей использован алгоритм классификации *Random Forest*, в котором результат большого множества классификаторов усредняется и даёт результат более высокой точности.

Алгоритм *Random Forest* (случайный лес) является типичным представителем алгоритмов машинного обучения с учителем для классификации данных.

Введем следующие определения:

- множество признаков:

$$F = \{f_i\}_{i=1..n}; \quad (4)$$

- множество значений признака:

$$\forall f_i \in F \exists d_{f_i} \subset \mathbb{R}; \quad (5)$$

- мера неоднородности множества:

$$\forall A \subseteq T: 0 \leq \widehat{p}_k(A) \leq 1. \quad (6)$$

Таким образом задаётся эмпирическое дискретное вероятностное распределение меток в подмножестве наблюдений [2].

Несмотря на то, что в середине выборки объекты разных классов сильно перемешаны, при помощи дерева решений эта проблема решается: на каждом шаге необходимо выбирать признак и значения порога, по которому происходит оптимальное разбиение по заданному критерию.

Для каждого типа прикладных задач используется свой критерий разбиения. От правильного выбора критерия зависит качество полученного решения.

Для решения задач классификации чаще прочих используется критерий *iGain*:

$$iGain(S) = H(S) - \sum_{v \in \{L,R\}} \frac{|S_v|}{|S|} H(S_v), \quad (7)$$

$$H(S) = - \sum_{c \in C} p_c \log_2(p_c), \quad (8)$$

где C — множество классов рассматриваемой задачи, а p_c — вероятность быть отнесенным к классу c для множества объектов S .

Для задач регрессии применяется аналогичный *iGain* критерий с использованием дисперсий:

$$iGain(S) = |S| \text{Var}(S) - \sum_{v \in \{L,R\}} |S_v| \text{Var}(S_v). \quad (9)$$

После построения всех деревьев каждый тестовый объект z_i получает в качестве промежуточного ответа вектор меток, присвоенных ему каждым деревом, который преобразуется в финальную метку по методу простого голосования [2].

После рассмотрения всей теоретической базы перейдем непосредственно к разработке модели сверхширокополосного канала связи.

Для моделирования и тестирования моделей сверхширокополосного канала связи будет использоваться обучающее и тестовое множества наблюдений из комплекта *NLS-KDD*, которые, по содержанию можно разделить на пять групп:

- нормальные (разрешительные, не атака);
- *DoS (denial of service)* — атака, отказ в обслуживании, нацеленная на превышение количества одновременных подключений и исчерпыванию пропускной способности сервера; в выборке представлены шесть типов: *land, teardrop, back, pod, neptune, smurf*;
- *probing* — атака, производится в основном за счёт сканирования портов, и выяснения информации о машине; в выборке представлены четыре типа: *satan, ipsweep, nmap, portsweep*;
- *R2L (remote to local attack)* — атака, направленная на получение удалённого доступа к машине жертвы; в выборке представлены восемь типов: *warezclient, guess_passwd, spy, imap, multihop, ftp_write, warezmaster*;
- *U2R (user to root)* — атака, направленная на локального пользователя системы, с целью получения прав суперпользователя благодаря уязвимостям операционной системы; в выборке представлены четыре типа: *buffer_overflow, loadmodule, rootkit*.

Обучающая выборка содержит 21 вид атак из 37 присутствующих в тестовой выборке. Известные атаки — это такие атаки, которые представлены в обучающем множестве, в то время как новые атаки — дополнительные атаки в тестовом множестве.

На рисунках 2 и 3 приведены гистограммы распределения типов данных в обучающей и тестовой выборках соответственно.

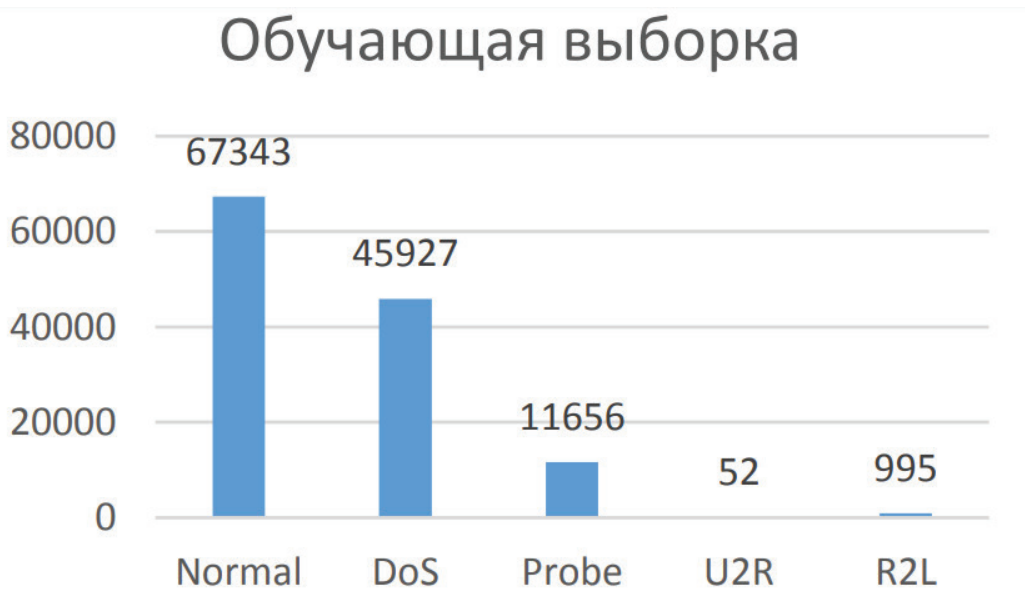


Рис. 2. Гистограмма распределения типов данных в обучающей выборке

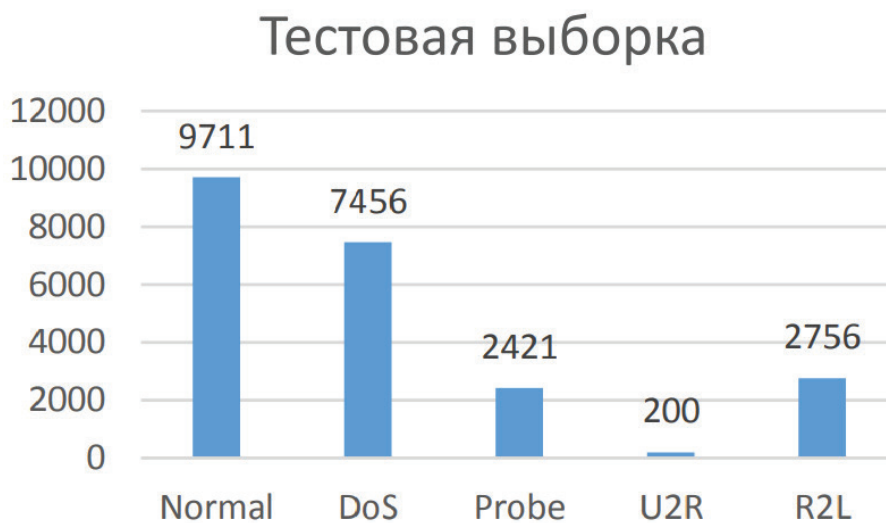


Рис. 3. Гистограмма распределения типов данных в тестовой выборке

Особенности тестовой выборки:

- в тестовой выборке нет избыточных наблюдений, поэтому классификатор будет давать объективный результат;
- в тестовой выборке нет наблюдений, пересекающихся с обучающей выборкой, что не будет способствовать улучшению результата.

Все атрибуты обучающей и тестовой выборок приведены в таблице 2.

Таблица 2. Атрибуты выборок сверхширокополосного канала связи

№	Имя	Описание
Основные атрибуты		
1	<i>duration</i>	Продолжительность подключения
2	<i>protocol_type</i>	Протокол соединения
3	<i>service</i>	Сетевая служба соединения

4	<i>src_bytes</i>	Количество исходящих байт
5	<i>dst_bytes</i>	Количество входящих байт
6	<i>flag</i>	Статус соединения
7	<i>land</i>	Если <i>src_ip = dst_ip</i> тогда 1, в противном случае 0
8	<i>wrong_fragment</i>	Число фрагментов с ошибкой
9	<i>urgent</i>	Срочные пакеты
Атрибуты, отражающие содержимое пакетов		
10	<i>hot</i>	Индикатор: вход в директорию, создание, выполнение
11	<i>num_failed_logins</i>	Неудачные попытки входа
12	<i>logged_in</i>	При успешном входе =1, в противном случае 0
13	<i>num_compromised</i>	Скомпрометированные состояния
14	<i>root_shell</i>	Получение <i>root</i> -прав, успех =1, в противном случае 0
15	<i>su_attempted</i>	Получение <i>su root</i> -прав, успех =1, иначе 0
16	<i>num_root</i>	<i>root</i> -доступ, количество
17	<i>num_file_creations</i>	Операции по созданию файлов
18	<i>num_shells</i>	Вызовы <i>shell</i> -оболочки
19	<i>num_access_files</i>	Количество доступов к файлам
20	<i>num_outbound_cmds</i>	Количество исходящих команд по <i>FTP</i>
22	<i>is_guest_login</i>	Если произошел гостевой вход =1
Атрибуты, отражающие характеристики пакетов		
23	<i>count</i>	Число подключений к хосту за 2 секунды
24	<i>error_rate</i>	Процент соединений с <i>SYN</i> -ошибками

Далее исследуем выбор наиболее информативных атрибутов. Для улучшения результатов, после всех проведённых экспериментов, очистим начальную выборку из 41 параметра, применив к ней метод главных компонент, чтобы оставить наиболее информативные атрибуты.

Процесс происходит в несколько шагов: 1.

- зафиксировать выборку — 41 параметр;
- вычислить средние значения:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad (1)$$

- вычесть полученное в предыдущем шаге среднее значение из суммы значений по каждому атрибуту, что центрирует выборку в результате чего итоговый набор данных примет нулевое среднее значение;
- вычислить ковариационную матрицу — такая матрица будет двумерной поскольку данные двумерны:

$$var(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})}{(n - 1)}; \quad (4)$$

- вычислить собственные векторы и собственные значения ковариационной матрицы: для получения значения информативности, возможно вычислить собственные вектора и собственные значения, так как матрица квадратная;
- сформировать выборку атрибутов: основываясь на полученных значениях отобрать атрибуты, значение функции для которых получилось наибольшим.

Полученные в результате всех преобразований атрибуты и называются главными компонентами. Полный их список приведен в таблице 3.

На рисунке 4 представлена гистограмма информативности атрибутов.

Таблица 3. Перечень главных компонент

Важность атрибута	Номер в изначальной выборке	Наименование атрибута	Величина собственного значения
1	5	<i>src_bytes</i>	9,913595
2	33	<i>dst_host_srv_count</i>	8,64
3	32	<i>dst_host_count</i>	5,380869
4	3	<i>service</i>	5,380742
5	2	<i>protocol_type</i>	5,379961
6	4	<i>flag</i>	5,37782
7	29	<i>same_srv_rate</i>	5,369393

8	34	dst_host_same_srv_rate	5,356421
9	36	dst_host_same_src_por_name	5,354023
10	12	logged_in	5,306561
11	6	dst_bytes	5,288926
12	37	dst_host_srv_diff_host_name	5,288926
13	35	dst_host_diff_serv_rate	5,258945
14	1	duration	5,117015
15	31	srv_diff_host_rate	3,201556

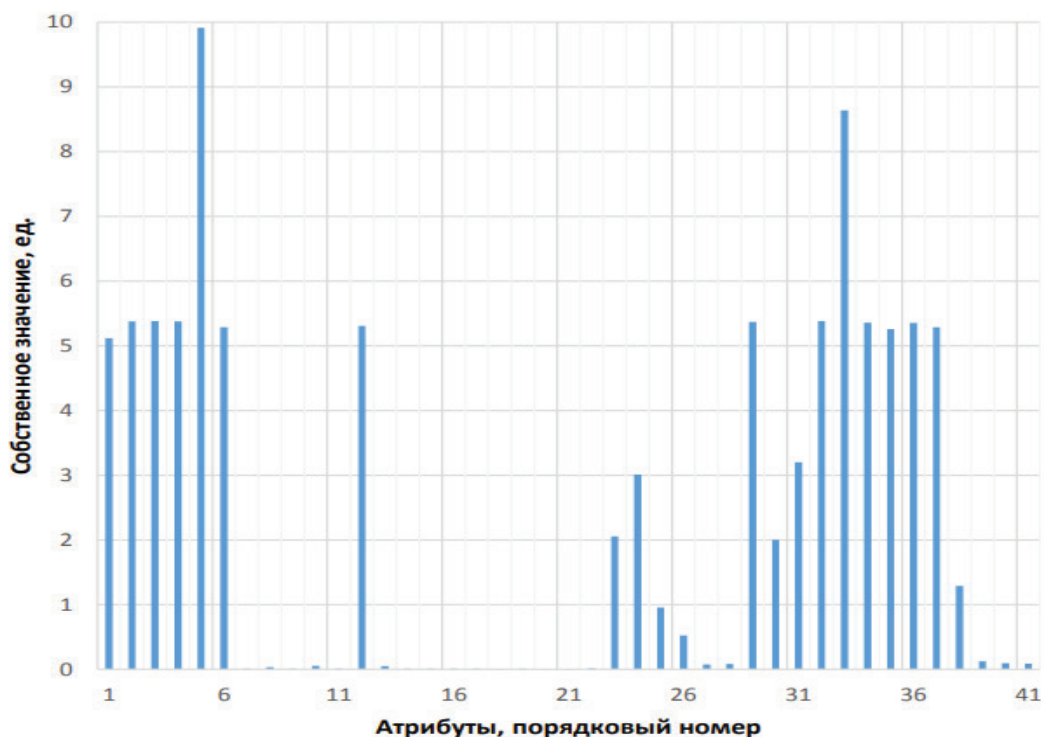


Рис. 4. Гистограмма информативности атрибутов

Удаляя по одной компоненте, получаем график, изображенный на рисунке 5.

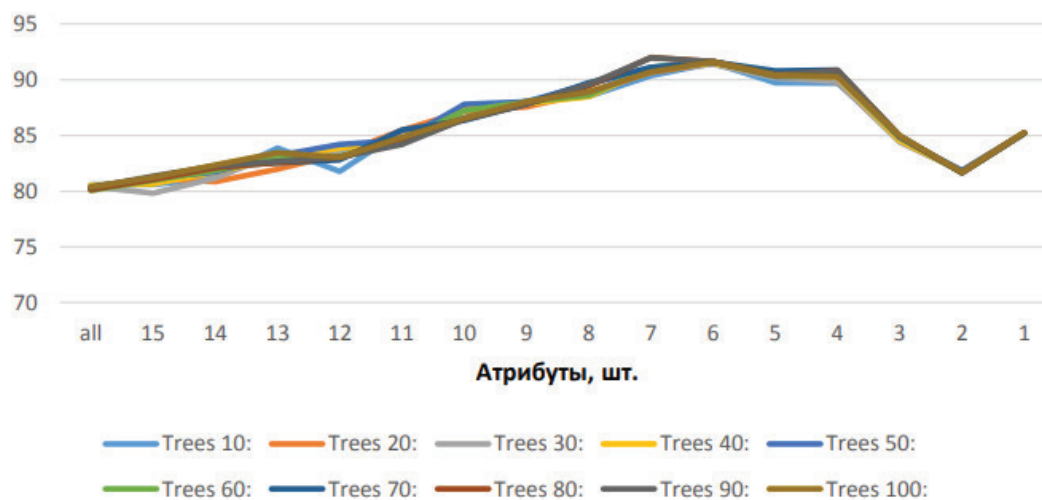


Рис. 5. Качество модели при последовательном уменьшении количества главных компонент

Таким образом, было определено оптимальное количество главных компонент для эффективной работы модели, но полученные результаты не являются удовлетворительными, хоть и удалось поднять эффективность работы модели почти на 10 %. Зная оптимальное количество атрибут, было принято решение перебрать все главные компоненты, то есть обучить модель, используя все возможные сочетания без повторений.

Опираясь на ранее полученные результаты исследования параметров, перебор дал положительные результаты. Максимального обнаружения удалось достичь при следующем множестве атрибутов [5, с. 56]:

- duration;
- protocol_type;
- service;
- flag;
- src_bytes;
- dst_bytes;
- class.

При количестве деревьев равно 70, максимальная глубина дерева составила 12 узлов, переменных при делении узла было 3, а минимальное количество наблюдений на лист составило 5. Детальный разбор ошибок представлен в таблице 4.

Таблица 4. Сводная таблица матриц ошибок сверхширокополосного канала связи

Модель без настроек		Модель с настройками и методом главных компонент		Классификатор
A	B	A	B	
9447	264	9255	456	A = normal
4143	8690	790	12043	B = anomaly

В таблице 5 приведено сравнение результатов двух моделей, без использования каких-либо настроек и метода главных компонент и с использованием настроек и метода главных компонент.

Таблица 5. Сравнение моделей сверхширокополосного канала связи

	Корректно распознанные наблюдения		Некорректно распознанные наблюдения		AUC
	Количество	%	Количество	%	
Модель без настроек	18137	80,45	4407	19,55	0,959
Модель с настройками и методом главных компонент	21298	94,47	1246	5,53	0,971
Улучшение, количество	3161				0,012
Улучшение, %	14,021				1,2

Улучшение модели оказалось не всесторонним. При улучшении, уменьшение в 5,2 раза количества ошибок второго рода привело к возрастанию количества ошибок первого рода более чем в 1,5 раза.

Однако, изначально ошибок первого рода было 264, а ошибок второго рода, более серьёзных, около четырёх тысяч. Несмотря на это, общую эффективность модели удалось увеличить на 14 %. После завершения всех исследований становится очевидна эффективность метода главных компонент, который, по сути, работает с выборкой, обогащая её. Сам метод и его параметры способны незначительно улучшить результат классификации, не более чем на 2 %. Однако учитывая их количество и возможность их изменения, за счёт одних только параметров, корректно настроенных для данной выборки можно получить улучшение на ~5 %.

Литература:

1. Проблемы и методики анализа трафика телекоммуникационных компьютерных сетей [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.nsu.ru/archive/conf/nit/97/c8/node19.html>
2. Регрессионный анализ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=20926>

3. Canty, M. J. Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing: With Algorithms for ENVI/IDL and Python / M. J. Canty — Crc Press, 2019.
4. Chen, Y. ID-Based Certificateless Electronic Cash on Smart Card against Identity Theft and Financial Card Fraud / Y. Chen, J. S. Chou // The International Conference on Digital Security and Forensics (DigitalSec2014). — The Society of Digital Information and Wireless Communication, 2019. — pp. 56–67.
5. Kovalev, S. M. Fuzzy model based intelligent prediction of objective events / S. M. Kovalev, A. V. Sukhanov, V. Styskala // Proceedings of 1st European Middle Asian Conference on Computer Modelling. — 2018.

Процесс распознавания изображения нейронной сетью

Никитин Артем Андреевич, студент;

Лиманова Наталия Игоревна, доктор технических наук, профессор
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

В данной статье рассмотрены особенности распознавания изображения нейронной сетью.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейронная сеть, распознавание изображения.

Сегодня научно-технический прогресс охватывает все новые горизонты, стремительно прогрессируя. Один из них — моделирование окружающей природы с помощью математических алгоритмов. В этом аспекте есть тривиальные, например, моделирование морских колебаний, и чрезвычайно сложные, нетривиальные, многокомпонентные задачи, например, моделирование функционирования человеческого мозга. В процессе изучения этого вопроса было выделено отдельное понятие — нейронная сеть. Нейронная сеть — это математическая модель и ее реализация в виде программной или программно-аппаратной реализации, которая основана на моделировании активности биологических нейронных сетей, которые представляют собой сети нейронов в биологическом организме. Научный интерес к этой структуре возник потому, что изучение ее модели позволяет получить информацию о конкретной системе. То есть такая модель может иметь практическую реализацию в ряде отраслей современной науки и техники. [3]

В современном мире нейронные сети имеют колоссальный охват. Ученые считают чрезвычайно перспективными исследования по изучению поведенческих характеристик и состояний нейронных сетей. Список областей, в которых нашли применение нейронные сети, огромен. Это включает в себя распознавание и классификацию шаблонов, прогнозов и решение проблем аппроксимации, а также некоторые аспекты сжатия данных, анализ данных и, конечно же, применение в системах безопасности других типов.

Изучение нейронных сетей активно проходит в научных сообществах разных стран. С учетом этого он представлен как частный случай ряда методов распознавания образов, дискриминантного анализа и метода кластеризации.

Следует также отметить, что финансирование было предоставлено стартапам в области систем технического

зрения в прошлом году больше, чем за последние 5 лет, что указывает на относительно высокий спрос на этот тип разработок на конечном рынке. [5]

Визуализация — важное приложение для глубокого обучения. В глобальном масштабе все изображения со всех камер в мире образуют библиотеку неструктурированных данных. С помощью нейронных сетей, машинного обучения и искусственного интеллекта эти данные структурируются и используются для выполнения различных задач: домашних, социальных, рабочих и государственных, особенно в сфере безопасности.

В основе всех архитектур видеонаблюдения лежит анализ, первым этапом которого будет распознавание изображения (объекта). Затем искусственный интеллект использует машинное обучение для распознавания действий и их классификации.

Чтобы распознать изображение, нейронная сеть сначала должна быть обучена на данных. Это очень похоже на нейронные связи в человеческом мозгу — у нас есть некоторые знания, мы видим объект, анализируем его и идентифицируем. [11]

Нейронные сети требовательны к размеру и качеству набора данных, на котором они будут обучаться. Набор данных можно скачать из открытых источников или собрать самостоятельно.

Изображение разбито на небольшие участки, до нескольких пикселей, каждый из которых будет входным нейроном. С помощью синапсов сигналы передаются с одного уровня на другой. В ходе этого процесса сотни тысяч нейронов с миллионами параметров сравнивают полученные сигналы с уже обработанными данными. [10]

Вкратце, если мы попросим машину распознать фотографию кошки, мы разобьем фотографию на мелкие части и сравним эти слои с миллионами существующих изображений кошек — чертами, которые сеть усвоила.

В какой-то момент увеличение количества слоев просто приводит к запоминанию образца, а не к обучению.

Нейронная сеть для распознавания изображений, пожалуй, самый популярный способ использования нейронных сетей. При этом, вне зависимости от характеристик решаемых задач, он работает поэтапно, наиболее важные из которых рассматриваются ниже.

В качестве узнаваемых изображений могут выступать различные объекты, включая изображения, рукописный или печатный текст, звуки и многое другое. При обучении сети предлагаются различные примеры с меткой, которой можно присвоить тип. В качестве примера используется вектор значений признаков, и набор признаков в этих условиях должен позволять однозначно определить, с каким классом изображений имеет дело НС. [1]

Во время обучения важно научить сеть определять не только достаточное количество и значения характеристик для обеспечения хорошей точности на новых изображениях, но и не переобучаться, то есть без надобности не «адаптировать» обучающий набор из изображений. После прохождения надлежащего обучения НС должна быть в состоянии идентифицировать изображения (из тех же классов), с которыми она не участвовала в процессе обучения.

Важно учитывать, что исходные данные для нейронной сети должны быть уникальными и непротиворечивыми, чтобы не было ситуаций, когда нейронная сеть будет обеспечивать высокую вероятность принадлежности объекта к нескольким классам.

Чтобы лучше понять, как работают полностью сверточные сети, и выяснить, для каких задач они могут быть использованы, важно изучить их общую архитектуру. При проектировании сверточных сетей в архитектуру могут быть добавлены различные уровни для повышения точности распознавания (уровень исключения, уровень нормализации локального отклика и т. д.). Мы будем рас-

сматривать только базовую архитектуру, которая практически не меняется и определяет функционирование полностью сверточной сети. [9]

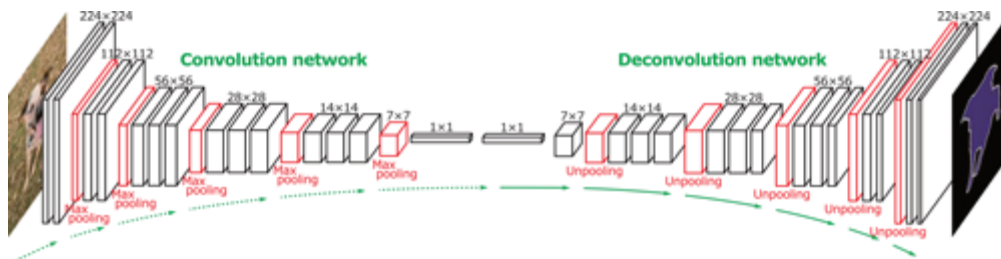
В основе полностью сверточных сетей лежит свертка изображения. Ключевые уровни — это уровни свертки. В сверточном слое указывается количество выходов из слоя, ядро свертки, его шаг, размер и отступ.

Операция свертки выполняется как ядро на всем изображении, в результате мы получаем значение отклика на ядро свертки в каждой точке изображения. Количество ядер в каждом сверточном слое равно произведению количества выходных данных из слоя на количество входных изображений. Затем результаты проходят через следующий слой свертки, получая значения для других ядер. Слои регуляризации или нормализации могут быть добавлены к каждому сверточному слою (в зависимости от выбора разработчика). Прохождение изображений через множество сверточных слоев позволяет использовать самые разные интерпретации изображений. [4]

Пройдя необходимое количество сверточных слоев, изображение попадает в группирующий слой. Этот слой уменьшает размер входных изображений без уменьшения их количества. У слоя есть ядро, которое движется как ядро свертки, вычисляя одно значение для каждой области изображения. Уменьшение изображения позволяет сети быстрее обрабатывать больше данных.

Это позволяет добавить больше выходных данных на следующие слои свертки, а также повышает точность результатов. Дело в том, что ядра свертки одинакового размера могут захватывать большую площадь нужного объекта на уменьшенном изображении.

Последовательность: свертка/.../свертка/объединение (при этом количество слоев складывания определяется разработчиком) может повторяться несколько раз, пока не будет достигнут минимальный размер изображения. Этот размер определяется экспериментально. [5]



Чтобы выбранные объекты соответствовали своему исходному масштабу, измененное изображение должно быть восстановлено до исходного размера. Слои выборки увеличивает изображение. Для каждого вывода есть два входных изображения: первое — это обработанное изображение из предыдущего слоя (это может быть свертка или объединение), второе — изображение из собирающего слоя, количество результатов которого равно количеству входов соответствующего повышающего дискретизации, а размер выходного изображения пула равен размеру выборки входное изображение.

Это дает нам симметричную архитектуру по отношению к последнему слою объединения и первому слою повышающей дискретизации. Слои плетения также помещаются между слоями, что увеличивает размер изображения, но количество выходов из них постепенно уменьшается.

Последовательность передискретизация/свертка/.../свертка необходима, чтобы вернуть изображение к его исходным размерам, одновременно уменьшая количество возможных интерпретаций изображения до количества необходимых групп объектов. [6]

Также следует отметить, что в настоящее время существует большое количество стандартных архитектур для построения нейронных сетей, что значительно упрощает задачу построения нейронной сети с нуля и ограничивает ее выбором структуры сети, подходящей для конкретной задачи.

В настоящее время на рынке существует достаточно большое количество инновационных компаний, ко-

торые занимаются распознаванием изображений с использованием технологии обучения нейронных сетей для системы. Доподлинно известно, что, используя базу данных из 10000 изображений, они достигли точности распознавания изображений 95%. Тем не менее, все достижения связаны со статичными изображениями, а с видеопоследовательностями сейчас все намного сложнее [7].

Литература:

1. Pierre Bijaoui Microsoft® Exchange Server 2003 Scalability with SP1 and SP2; СПб. [и др.]: Питер — Москва, 2014. — 600 с.
2. Аляутдинов, М. А., Галушкин А. И., Казанцев П. А., Остапенко Г. П. Нейрокомпьютеры. От программной к аппаратной реализации; Горячая линия — Телеком — М., 2016. — 152 с.
3. Андрейчиков, А. В., Андрейчикова О. Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. Учебное пособие; Ленанд — М., 2015. — 306 с.
4. Беллман, Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования; Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука» — М., 2016. — 458 с.
5. Бишоп Оуэн Настольная книга разработчика роботов (+ CD-ROM); МК-Пресс, Корона-Век — М., 2015. — 400 с.
6. Братко Иван Алгоритмы искусственного интеллекта на языке PROLOG; Вильямс — М., 2016. — 640 с.
7. Воротников, С. А. Информационные устройства робототехнических систем: моногр.; Гостехиздат — Москва, 2011. — 384 с.
8. Геловани, В. А., Башлыков А. А., Бритков В. Б., Вязилов Е. Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды; Едиториал УРСС — М., 2015. — 304 с.
9. Гладкий, С. Л., Степанов Н. А., Ясницкий Л. Н. Интеллектуальное моделирование физических проблем; Институт компьютерных исследований, Регулярная и хаотическая динамика — М., 2011. — 200 с.
10. Гладких, В. В., Гладких П. В., Гладких В. П. Идеи и решения фундаментальных проблем науки и техники; БХВ-Петербург — М., 2012. — 176 с.
11. Гудвин, Г. К., Гребе С. Ф., Сальгадо М. Э. Проектирование систем управления (+ CD-ROM); Бином. Лаборатория знаний — М., 2016. — 912 с.

Функция потерь для тензорного потока регрессии

Пилецкая Антонина Валерьевна, студент магистратуры
Самарский государственный технический университет

В статье наглядно показана реализация функции потерь для тензорного потока регрессии через среднеквадратичную, среднюю абсолютную ошибку. Вычисление итогового значения нейронной сети через перекрестную энтропию и библиотеки `numpy`, `tensorflow`.

Ключевые слова: функция потерь, `numpy`, `tensorflow`, перекрестная энтропия.

Обычно в моделях машинного обучения мы собираемся предсказывать значения с учетом набора входных данных. Модель имеет набор весов и смещений, которые вы можете настроить на основе набора входных данных. Обучающие данные содержат несколько пар прогнозируемых и фактических значений. Для этого мы используем функцию потерь, чтобы определить, насколько прогнозируемые значения отличаются от фактических значений в обучающих данных. Мы можем обновить или изменить веса модели, чтобы минимизировать потери. У нас есть разные типы функций потерь: потери регрессии, классификационные потери. В регрессионных потерях: среднеквадратичная ошибка, средняя абсолютная ошибка, средняя ошибка смещения. В классификационных потерях: потеря петли или SVM, потеря кросс-энтропии.

Среднеквадратичная ошибка:

Математическая формулировка:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}$$

Как следует из названия, среднеквадратичная ошибка используется для измерения среднего квадрата разницы между предсказаниями и фактическими наблюдениями. Учитывайте только среднюю величину ошибки независимо от направления.

Средняя абсолютная ошибка:

Математическая формулировка:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

Средняя абсолютная ошибка измеряется как среднее значение суммы абсолютных различий между предсказаниями и фактическими наблюдениями. Он очень похож на MSE, измеряет величину ошибки без учета их направления. MAE более устойчив к выбросам, поэтому в нем не используется квадрат.

Средняя ошибка смещения:

Математическая формулировка:

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n}$$

Ошибка среднего смещения гораздо реже встречается в приложениях машинного обучения. Это то же самое, что и MSE, но с той лишь разницей, что мы не берем абсолютные значения. Поэтому здесь следует проявлять осторожность, потому что положительные и отрицательные ошибки отменяют каждую прочее. Это повлияет на точность.

Потеря шарнира или потеря Svm:

Математическая формулировка:

$$SVM\text{Loss} = \sum_{j \neq y_i} \max(0, s_j - s_{y_i} + 1)$$

Потеря кросс-энтропии:

Математическая формулировка:

$$CrossEntropyLoss = -(y_i \log(\hat{y}_i) + (1 - y_i) \log(1 - \hat{y}_i))$$

Это наиболее широко используемый в задачах классификации. Он увеличивает прогнозируемую вероятность.

В тензорном потоке аналогичной функцией потерь является функция `l2_loss`.

Теперь перейдем к другой функции потерь — кросс-энтропии. Это наиболее часто используемая функция в тензорном потоке. Здесь мы снова берем некоторые мнимые значения для фактических и прогнозируемых, и мы будем использовать `numpy` для математических вычислений. `Softmax` используется для преобразования ненормализованного в нормализованное и в распределение вероятностей.

```
In [1]: import numpy as np
import tensorflow as tf
from statistics import mean

C:\Users\Lenovo\Anaconda3\lib\site-packages\h5py\_init_.py:36: FutureWarning: Conversion of the second argument of issubdtype
from "float" to "np.floating" is deprecated. In future, it will be treated as "np.float64 == np.dtype(float).type".
from ._conv import register_converters as _register_converters

In [2]: def soft_max(row):
denominator = sum([np.exp(r) for r in row])
return([np.exp(r)/denominator for r in row])
```

Рис. 1. Вычисление значения `numpy`

Теперь давайте возьмем 2 примера:


```
In [3]: pred1 = [1, 2]
        pred2 = [5, 2]
        soft1 = soft_max(pred1)
        soft2 = soft_max(pred2)
        print(soft1, soft2)
[0.2689414213699951, 0.7310585786300049] [0.9525741268224333, 0.04742587317756679]
```

Рис. 2. Примеры вычисления softmax_function

Теперь мы собираемся вычислить значение перекрестной энтропии для отдельных элементов (элемент — это скалярное значение). Первый параметр — это фактическое значение, а второй элемент — это прогнозируемое значение.

```
In [4]: def ce_element(element1, element2):
        return(-(element1 * np.log(element2) + (1 - element1) * np.log(1 - element2)))
```

Рис. 3. Вычисление значения перекрестной энтропии

Фактическое значение и прогнозируемые значения находятся в векторах или списках, тогда мы можем вычислить перекрестную энтропию, взяв среднее значение поэлементных значений перекрестной энтропии.

```
In [5]: def ce_list(list1, list2):
        return(mean(ce_element(list1[i], list2[i]) for i in range(len(list1))))
```

Рис. 4. Программная реализация перекрестной энтропии

Обычно вероятности равны 0 или 1. Прогнозируемые вероятности softmax наблюдаются ранее. Эти прогнозируемые значения вычисляются на предыдущем уровне нейронной сети. Теперь примените softmax к логитам. Здесь логиты вычисляют значения в нейронных сетях перед применением softmax.

```
In [6]: y1 = [0, 1]
        y2 = [1, 0]
        ce1 = ce_list(y1, soft1)
        ce2 = ce_list(y2, soft2)
        print(ce1, ce2, mean([ce1, ce2]))
0.3132616875182228 0.04858735157374202 0.1809245195459824
```

Рис. 5. Вычисление перекрестной энтропии

```
In [7]: graph = tf.Graph()
        session = tf.InteractiveSession(graph = graph)

In [8]: y = tf.constant([y1, y2], dtype = tf.float32)
        p = tf.constant([pred1, pred2], dtype = tf.float32)

In [9]: ce_list = tf.nn.softmax_cross_entropy_with_logits_v2(logits = p, labels = y)
        ce_mean = tf.reduce_mean(tf.nn.softmax_cross_entropy_with_logits_v2(logits = p, labels = y))
        ce1_eval, cem_eval = session.run([ce_list, ce_mean])
        print(ce1_eval, cem_eval)
[0.31326166 0.04858733] 0.18092449

In [10]: session.close()
```

Рис. 6. Вычисление значений через функцию тензорного потока

Литература:

1. Nils, J. Nilsson. Introduction to Machine Learning. Nils J. — Robotics Laboratory Department of Computer Science Stanford University, 1998
2. Yaser, S. Abu-Mostafa, Malik Magdon-Ismail, Hsuan-Tien Lin. — Learning From Data Hardcover — January 1, 2012
3. Stuart Russell, Peter Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach — Paperback — 5 Aug. 2013
4. D. Michie, D. J. Spiegelhalter, C. C. Taylor. Machine Learning, Neural and Statistical Classification — January 1999

Влияние шрифтового оформления на насыщенность полосы

Чупракова Вера Александровна, студент;

Крутолевич Виктория Валерьевна, студент

Белорусский государственный технологический университет (г. Минск, Беларусь)

Удобочитаемость — свойство текстового материала, характеризующее лёгкость восприятия его человеком в процессе чтения [1]. Она связана с рядом различных факторов. Это одно из важнейших достоинств хорошего шрифта. Одним из факторов, влияющих на удобочитаемость, является насыщенность полосы набора. Каждый шрифт имеет свой общий тон или насыщенность, который характеризует, как будет выглядеть конкретный шрифт на странице.

Графическую цельность набора создают буквы и провалы на полосе. Если белый фон становится активнее и нагляднее, чем основной элемент полосы — текст, то это мешает чтению, нарушает эстетические качества полосы. Если строки текста начинают объединяться в единое темное пятно, то это также не способствует удобочитаемости и эстетике полосы набора [2].

С помощью стандартных приемов может быть изменена контрастность (насыщенность) самого шрифта. Оптимальная насыщенность именно набора обычно определяется визуально и достигается, когда он создает ровную серую картину, приятную для глаза читателя [3].

Задача исследования стояла в выявлении взаимосвязи изменения различных параметров полосы набора в гарнитурах Benguiat и Trebuchet MS.

Насыщенности полосы определяется с помощью системы LAB в программе AdobePhotoshop. По данной методике насыщенность определяется степенью заполнения полосы набора текстом путем формирования растрового черно-белого размытого изображения полосы. Полученное изображение измеряют в системе LAB в диапазоне от 0 до 100%, а затем определяют искомую степень заполнения на основании результата измерения путем использования шкалы степеней заполнения, минимум которой соответствует верхней границе указанного диапазона, а максимум — нижней [3, 4].

Для определения насыщенности полоса набора была поочередно оформлена шрифтами Benguiat и Trebuchet MS, каждому из которых задавались следующие параметры: кегль 12 и 14 пунктов; интерлиньяж одинарный, полуторный и двойной; начертание нормальное, полужирное и курсивное.

Результаты определения насыщенности полосы представлены в таблицах 1–2.

Таблица 1. Насыщенность полосы (L) для шрифта с засечками Benguiat

Начертание	Кегль 12			Кегль 14		
	1	1,5	2,0	1	1,5	2,0
Нормальное	84	89	92	84	90	93
Полужирное	77	85	89	79	87	90
Курсивное	84	89	91	84	90	93

Таблица 2. Насыщенность полосы (L) для шрифта без засечек Trebuchet MS

Начертание	Кегль 12			Кегль 14		
	1	1,5	2,0	1	1,5	2,0
Нормальное	86	91	93	83	89	93
Полужирное	81	87	91	82	88	92
Курсивное	87	90	93	83	89	92

Общий анализ результатов показал, что значения параметров зависят от вида шрифта, т. е. каждой гарнитуре соответствуют свои значения заданных параметров.

Гарнитура Benguiat относится к шрифтам с засечками. Значения нормального и курсивного начертания совпадают либо отличаются на 1% в пределах одного и того же интерлиньяжа, при этом значения полужирного начертания меньше на 1–4%. Если мы сравниваем полученные значения относительно размера кегля, то они остаются неизменными либо увеличиваются на 1–2%. Также стоит от-

метить увеличение значения L при увеличении интерлиньяжа на 2–5%.

Гарнитура Trebuchet MS относится к шрифтам без засечек. При анализе значений различных начертаний сложно выявить какую-либо линейную закономерность, но между собой они различаются на 1–4%. Аналогичная картина наблюдается и при анализе значений изменения размера кеглей: они остаются постоянными либо изменяются на 1–4%. При изменении интерлиньяжа значения L остаются неизменными или увеличиваются 1–4%.

При изменении начертания для гарнитуры Benguiat насыщенность остается постоянной для нормального и курсивного начертания, но она уменьшается на 1–2% для полужирного начертания.

С увеличением кегля для гарнитуры Benguiat насыщенность увеличивается для полужирного начертания при всех интерлиньяжах и для нормального и курсивного начертаний при полуторном и двойном интерлиньяже. При увеличении кегля для гарнитуры Trebuchet MS насыщенность уменьшается для нормального и курсивного начертаний.

С увеличением интерлиньяжа для гарнитуры Benguiat насыщенность увеличивается на 1–5% во всех начертаниях. Похожую тенденцию можно выявить и для гарнитуры Trebuchet MS.

При использовании описанного в работе метода было выявлено, что при изменении различных параметров насыщенность полосы набора изменяется в пределах от 1 до 5%. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что значения L для гарнитуры с засечками немного больше (в среднем на 1–2%), чем для гарнитуры без засечек, что не критично. При изменении параметров, которые влияют на увеличение количества белого на полосе набора, уровень яркости черно-белого размытого изображения полосы увеличивается. Это можно использовать при регулировании удобочитаемости текста.

Полученные данные можно учитывать при выборе шрифта для более удачного оформления полосы набора.

Литература:

1. Токарь, О. В. Определение насыщенности полосы набора с использованием цветовой системы LAB // Информатика: передача, обработка, восприятие: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 12–13 января 2016 г.) / УрФУ. Екатеринбург, 2016. с. 126–132.
2. Водчиц, С. С. Эстетика пропорций в дизайне. Система книжных пропорций. М.: Техносфера, 2005. 416 с.
3. Токарь, О. В., Зильберглейт М. А. Определение насыщенности набора при изменении параметров полосы // Технологія і техніка друкарства. 2016. № 1 (51). с. 34–40.
4. Косова, М. М., Зильберглейт М. А., Токарь О. В., Сысуев И. А., Григорова Ю. С., Тимошенко О. А. Способ определения степени заполнения полосы набора текстом // Патент на изобретение BLR 17390. Заявка № а 20110943 от 07.07.2011.
5. <https://moluch.ru/archive/208/50810/>

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Анализ логики работы системы автоматического управления вертолетом и её модернизация

Анисимов Евгений Александрович, студент

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Долгопрудный)

Рыбаков Иван Владимирович, Заместитель главного конструктора

АО «Национальный центр вертолетостроения имени М. Л. Миля и Н. И. Камова» (г. Москва)

В данной статье проведено теоретическое исследование целесообразности усовершенствования системы автоматического управления вертолетом. Представлен анализ логики работы системы и её модернизации с целью реализации новых функций управления вертолетом.

Ключевые слова: вертолетная техника, САУ, автопилот, ВУП, КСУ, управление вертолетом, авионика, СДУ, система автоматического управления, комплексные системы управления.

Первый вертолет появился около 80 лет назад. Управление этим летательным аппаратом требовало высокого мастерства и постоянного внимания от летчика. И даже при благоприятных полетных условиях отсутствие одного или двух этих факторов могло привести к катастрофическим последствиям, т. к. ночной полет и полет по приборам были невозможными. После чего произошли значительные изменения в конструкции вертолета и авионике, что сделало реальностью даже полет по приборам с одним пилотом, в то же время реализовав основные задачи-преимущества, включая значительное повышение безопасности и более широкое использование вертолета. Это стало возможным благодаря системам автоматического управления полета вертолетов.

Уже сегодня на рынке для многих вертолетов, производимых в настоящее время, доступен всё более широкий спектр автоматических систем. Эти системы могут быть простыми, например, визуализация информации о состоянии полета или могут быть очень сложными, объединяя функции повышения устойчивости путём демпфирования возмущений от потока встречного ветра с функциями автоматического управления полетом, способную к висению и выходу на заданную высоту. Эти передовые системы не уступают всему, что предлагается в мире по разработке самолетов. Как обычно, существует ряд сокращений, таких как КСУ (комплексные системы управления), которые включают в себя функции: САУ (системы автоматического управления), СДУ (системы дистанционного управления), СОС (система ограничительных сигналов), ОПР (система активного ограничения предельных

режимов) и СИПЭ (система интеллектуальной поддержки экипажа).

Одной из наиболее значимых систем вертолётa, во многом определяющих безопасность полётов и эффективность его применения, является система управления полётом. Она относится к «системам с полной ответственностью», то есть к системам, напрямую влияющим на безопасность каждого полёта. А для многоцелевых легких вертолетов, наряду с безопасностью полёта, важны и такие показатели, как количество вертолето-вылетов за заданное время, экономичность и эксплуатационная технологичность. Указанные характеристики в значительной степени будут определяться уровнем конструктивного совершенства системы управления полётом.

Сравнение крыла самолета с лопастью несущего винта вертолета

Сравнивая функциональность крыльев самолета и лопастей несущего винта вертолета, мы видим, что крылья создают подъемную силу, а лопасти вертолета — тягу, крутящий момент и подъемную силу.

По сравнению с рулем направления самолета и хвостовым (рулевым) винтом вертолета, оба используются для демпфирования рыскания (путевой устойчивости). Но в тоже время хвостовой винт вертолета ещё и противодействует крутящему моменту от несущего винта, создавая реактивный момент.

Большинство самолетов по своей природе устойчивы. Если установить самолет в желаемое положение, убрать руки с ручки управления самолетом (штурвала) — то он

довольно хорошо сохраняет стабилизацию положения в полете. Чего нельзя сказать о вертолетах, по своей сути это нестабильные летающие аппараты. Пилотов вертолета с первого дня учат не убирать руки с органов управления (циклического, общего и дифференциального шага). Иногда это является проблемой для пилотов, и они переходят на высококлассные сложные вертолеты, где полет без рук возможен и является нормой. [3]

Особенность вертолета в отличие самолета заключается в том, что его несущая система подвижна относительно фюзеляжа. Управление летательным аппаратом происходит только за счет автомата перекаса, который, наклоняясь относительно вала несущего винта, изменяет не только горизонтальную силу, но и момент, относительно центра масс. Управление общим шагом вертолета позволяет увеличивать подъёмную силу одновременно на всех лопастях несущего винта, что приводит к увеличению высоты полета. В несущую систему входит несущий винт, который имеет собственную динамику, приводящую к запаздыванию управления. Рулевые машинки (РМ) из системы управления нагружаются переменными, периодическими силами от несущего винта, что отсутствует в самолете. [1, с. 44]

Комплексная система управления — КСУ

Система КСУ при информационном обеспечении комплекса КБО предназначена для обеспечения ручного, директорного и автоматического управления вертолетом.

В состав КСУ входят следующие изделия:

- центральный вычислитель управления (ЦВУ);
- интегральный блок датчиков (ИБД);
- ручка продольно-поперечного управления (РППУ);
- боковая ручка управления общим шагом (РОШ);
- электромеханизм триммера педалей (ЭМТ-П);
- пульт управления (ПУ);
- пульт перезапуска (ПП);
- рулевой электромеханический привод (РЭМП);
- блок резервированных электрогидравлических агрегатов (БГА);
- элементы управления и коммутации.

Центральным вычислителем КСУ является вычислитель ЦВУ. ЦВУ обеспечивает проведение необходимых вычислений в КСУ, управление подсистемами КСУ, обмен информацией с взаимодействующими системами.

Пульт управления ПУ совместно с пультом перезапуска обеспечивают включение режимов, индикацию включения и отказов режимов, индикацию отказов каналов, а также перезапуск КСУ.

Каждый из четырех интегральных блоков датчиков ИБД выдает в ЦВУ угловые скорости и перегрузки. Четыре датчика ставятся в целях четырехкратного резервирования информации.

Ручки РППУ и РОШ совместно с педалями выполняют функцию органов управления вертолетом по курсу, крену, тангажу и высоте посредством управления рулевыми механизмами ЭМТ-П, РЭМП, БГА и датчиками ДПР.

Блок гидроагрегатов БГА — четырех четырехкратно резервированных рулевых механизмов, управляющих несущим винтом в каналах курса, крена, тангажа и высоты.

РППУ совместно с БГА обеспечивает управление несущим винтом в продольно-поперечных каналах, а также совместно с РЭМП — килевыми рулями.

РОШ одновременно с ЭМТ-П и БГА необходим в управлении в канале высоты.

С помощью кнопок, расположенных на РППУ и РОШ, обеспечивается включение, отключение режимов автопилота, управление перемещением вертолета.

Управление каналом курса производится педалями, передающими управляющий сигнал на рулевой механизм из состава БГА.

Датчик положения троса ДПТ выдает текущие отклонения троса с грузом в продольном и поперечном направлении и используется для стабилизации положения груза на внешней подвеске.

Для обеспечения решаемых вертолетом задач КСУ осуществляет информационное взаимодействие по основной схеме сопряжения со следующими системами и устройствами:

- электронно-вычислительными машинами (ЭВМ);
- системой управления общевертолетным оборудованием (СУОВО);
- гидросистемой (ГС);
- инерциальными навигационными системами (ИНС);
- системой речевого оповещения (СРО);
- рукоятками, устанавливаемыми на РОШ, РППУ;
- аппаратурой объективного контроля и регистрации параметров (БСР);
- системой автоматической сигнализации (САС);
- и резервной схеме сопряжения со следующими системами и устройствами:
 - информационным комплексом высотно-скоростных параметров (ИКВСП);
 - радиовысотомером;
 - доплеровским измерителем скорости и угла сноса (ДИСС);
 - радиосистемой ближней навигации (РСБН).

Информационное взаимодействие КСУ представлено на рисунке 1.

КСУ получает информацию от взаимодействующих систем как напрямую, так и через две резервирующих друг друга ЭВМ.

Изделия ЭВМ выдают в КСУ необходимую навигационную и управляющую информацию для выполнения пилотажных режимов.

Изделия ИНС, СНВ и ИСПП — в КСУ информацию об углах положения вертолета, угловых скоростях и линейных перегрузках.

Датчики высотно-скоростных параметров ВВД и ИСПП и СНВ выдают в КСУ информацию о барометрической высоте, приборной и бароинерциальной скоростях, угле скольжения и угле сноса.

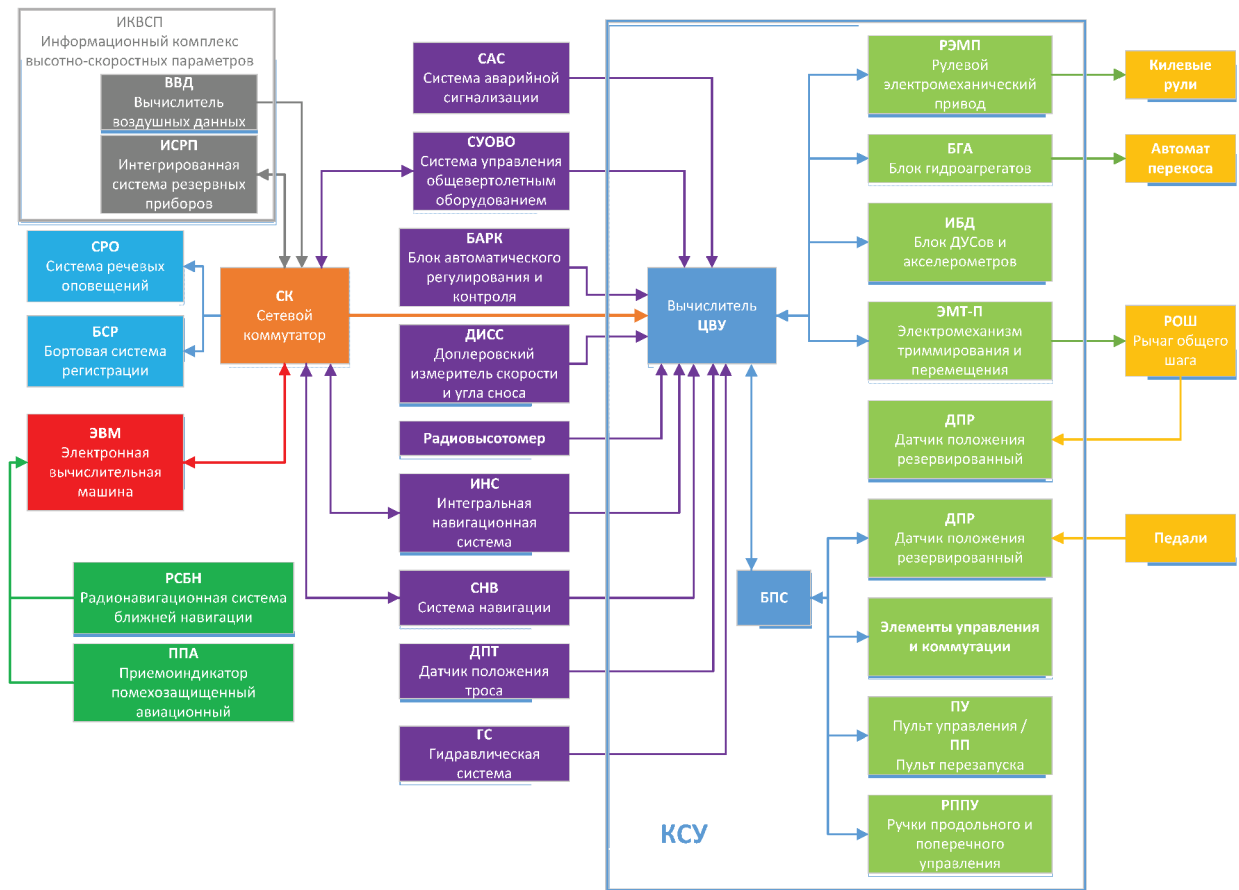


Рис. 1. Логика работы КСУ

Изделия ППА, ИНС и СНВ — в КСУ информацию о текущем географическом положении вертолета.

Изделия ДИСС, ИНС, СНВ выдают информацию о векторе путевой скорости.

Изделие Радиовысотомер — геометрическую высоту над подстилающей поверхностью.

Изделие РСБН выдает азимут и дальность до радиостанции, а также информацию об отклонении от равносигнальной зоны глассадных маяков.

Датчики обжатия шасси, наличия давления в гидросистемах, остатка топлива, вращения винтов, а также элементы коммутации на органах управления и приборных досках летчиков — необходимые разовые команды.

Структура указанных связей и передаваемой по ним информации определяется протоколами информационного взаимодействия между изделиями. [2, с. 61]

КСУ имеет следующие режимы работы как автономно, так и во взаимодействии с КБО:

Режимы пилотирования:

— режим «Автоматическая балансировка»

В режиме обеспечивается компенсация перекрестных связей между каналами управления, стабилизация углов крена и тангажа, демпфирование колебаний и улучшение управляемости по крену, тангажу и курсу, а также стабилизация угла курса либо выполнение координированного разворота — в зависимости от текущего угла крена. Также

выполняется ограничение углового положения вертолета по крену, тангажу и курсу с целью невыхода за эксплуатационные ограничения.

— режим «Автоматическое триммирование»

Предназначен для автоматического триммирования в каналах крена, тангажа, курса, и высоты.

— режим «Стабилизация барометрической высоты»

В режиме обеспечивается автоматическая стабилизация текущей барометрической высоты.

— режим «Стабилизация геометрической высоты»

Режим необходим для автоматической стабилизации текущей геометрической высоты.

— режим «Стабилизация приборной скорости»

В режиме обеспечивается автоматическая стабилизация текущей приборной скорости.

— режим «Стабилизация вертикальной скорости»

В режиме обеспечивается автоматическая стабилизация текущей вертикальной скорости.

— режим «Выход на заданную барометрическую высоту»

В режиме производится автоматический выход на заданную барометрическую высоту.

— режим «Выход на заданную геометрическую высоту»

В режиме обеспечивается автоматический выход на заданную геометрическую высоту.

— режим «Выход на заданную приборную скорость»

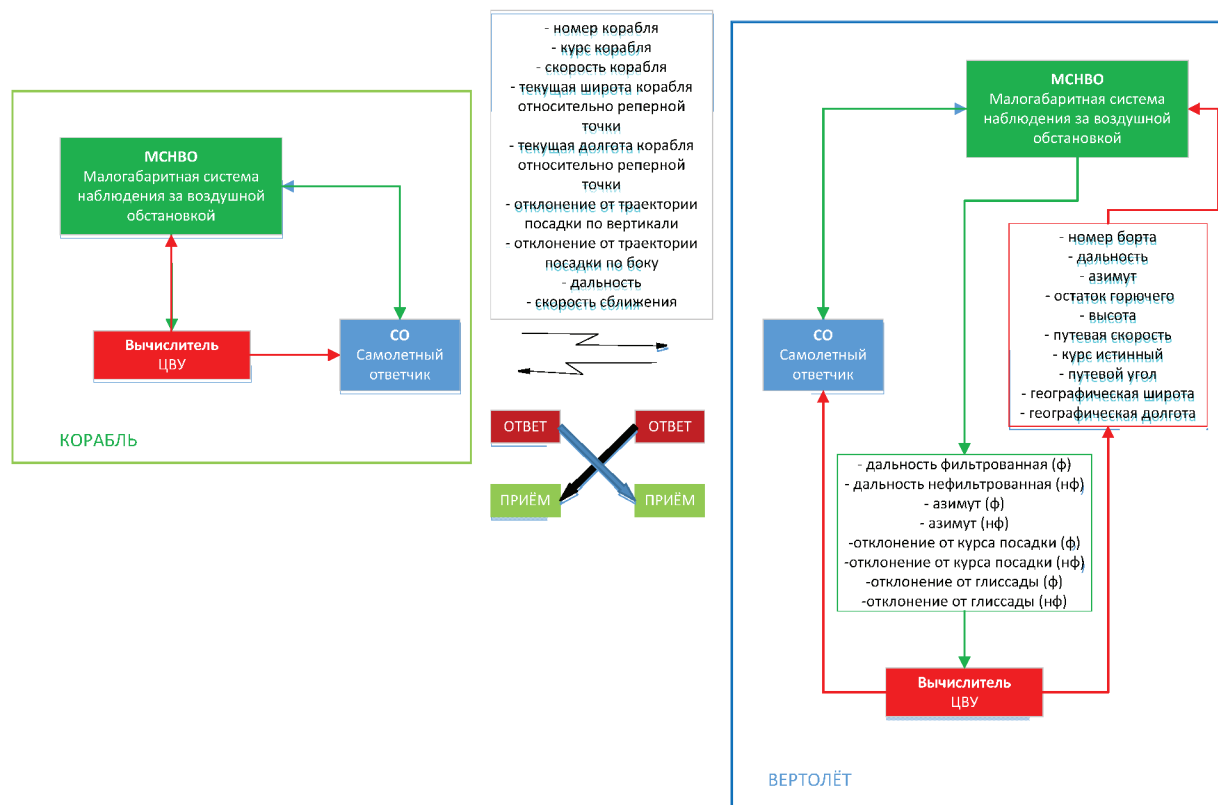


Рис. 2. Логика работы САУ и передаваемые сигналы во взаимодействии с кораблем

Режим предназначен для автоматического выхода на заданную приборную скорость.

— Режим «Стабилизация малых скоростей»

В режиме обеспечивается автоматическая стабилизация установленных летчиком продольной и поперечной поступательных скоростей в горизонтальной плоскости.

— Режим «Приведение к горизонту»

Режим необходим для вывода вертолета к околонулевым значениям крена и тангажа с остановкой вращения вертолета, вывод вертолета на безопасную высоту и рекомендуемую скорость.

— Траекторные режимы:

— режим «Маршрут»

В режиме обеспечивается полет по заданному маршруту путевым, маршрутным или комбинированным способом.

— режим «Возврат»

Режим производит возврат вертолета в точку вылета.

— режим «Висение»

Режим обеспечивает стабилизацию места зависания вертолета по текущим координатам и геометрической высоте, в том числе с выпущенной гидроакустической системой.

— режим «Вертикальное снижение»

Режим необходим для вертикального снижения вертолета с постоянной скоростью до выбранной летчиком высоты зависания с последующей её стабилизацией.

— режим «Заход»

Режим обеспечивает заход на посадку на аэродром по сигналам посадочных радиосистем аэродрома.

— режим «Уход на второй круг»

Режим производит уход на второй круг с набором высоты при прерванном заходе на посадку на оборудованные аэродромы.

Модернизация КСУ:

Используя информацию о взаимодействии изделий между собой в КСУ, возможно рассмотреть усовершенствование режима «Заход» при посадке вертолета на палубу корабля.

Главная проблема посадки вертолета на корабль заключается в том, чтобы рассчитать движение посадочной платформы в момент приземления. Заранее предсказать точное движение практически невозможно. Когда пилот приземляет вертолет, он должен на основании своего опыта оценить, возможна ли безопасная посадка.

Чтобы решить данную проблему необходимо установить прямую связь между вертолетом и кораблём, для передачи информации о месте нахождения и расчета захода на посадку.

Также данная модернизация позволит летчикам вертолета найти корабль в открытом море и точно определить его месторасположение, что является важным преимуществом по отношению к уже реализованному режиму «Заход».

Существует несколько вариантов модернизации системы. В качестве примера, рассмотрим предложение АО «Навигатор». Общество разработало multifunctional system of navigation and landing «Корма». [4]

Для выполнения данной модернизации необходимо на вертолете и корабле установить дополнительные блоки (изделия):

1. На корабле установить самолетный ответчик (СО), а также доработать центральный вычислитель управления (ЦВУ) для возможности передачи сигнала. *

2. На вертолете установить малогабаритную систему наблюдения за воздушной обстановкой (МСНВО) и доработать центральный вычислитель управления (ЦВУ) для возможности передачи сигнала. **

Описанная логика работы и передаваемые сигналы показаны на рисунке 2.

* На корабле установлен блок МСНВО в штатной конфигурации.

** На вертолете установлен самолетный ответчик (СО) в штатной конфигурации.

Литература:

1. Кожевников, В. А. «Автоматическая стабилизация вертолёт». Москва, 1977 г.
2. John Wiley & Sons «Helicopter Flight Dynamics: Including a Treatment of Tiltrotor Aircraft» 2018 г.
3. TranspoDepth [электронный ресурс]// <http://www.transpoddepth.ru/radep-514.html>
4. Военно-технический сборник «Бастион»: Многофункциональная система навигации и посадки Корма. 27.04.2019 г. [электронный ресурс]// <http://bastion-karpenko.ru/korma-posadka/>

Причины выхода из строя светодиодов с традиционными эпоксидными корпусами-линзами

Бикантаева Рашида Шамилевна, студент магистратуры;
Гайнуллина Наталья Романовна, кандидат технических наук, доцент
Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева

В данной статье авторы рассматривают различные виды корпусов светодиодов. Так же на чем основывается принцип работы светодиодов. Какие важные критерии в выборе материала необходимо учесть при проектировании светодиода. Перечисляются основные причины выхода из строя светодиодов.

Ключевые слова: светодиод, р-п переход, ширина запрещенной зоны, электрон, дырки, выход из строя.

Светодиод — это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение. По-английски светодиод называется light emitting diode, или LED. [1]

В настоящее время светодиоды являются весьма актуальными и востребованными. С каждым годом, светодиоды совершенствуются, разрабатывается и исследуется полный спектр функциональности, улучшаются характеристики.

На данный момент светодиоды можно классифицировать по расчётной мощности, соединениям и виду корпуса. Светодиоды производятся в различных исполнениях корпусов. В данное время можно выделить несколько основных корпусов, такие как:

Заключение

В данной статье была показана важность автоматических систем в управлении вертолетом. Рассмотрена общая логика работы КСУ, на основании которой, была предложена модернизация режима «Заход».

Имеющаяся функция «Заход» в система автоматического управления вертолетом, позволяла осуществлять посадку на аэродром по сигналам посадочных радиосистем аэродрома.

Усовершенствованная функция позволят летчикам вертолета, определить точное месторасположение корабля. В автоматическом режиме подвести вертолет к палубе на расстоянии 5–10 метров, по сигналам напрямую получаемых от корабля. И в ручном режиме осуществить посадку.

— DIP. Это, один из первых вида корпуса, состоящий из линзы, двух контактов и кристалла. Данный вид широко применяется в различных световых приборах.

— «Пиранья» или Superflux. Данный вид корпуса появился после усовершенствования предыдущего вида корпуса DIP. Различие состоит в том, что в данном виде не два контакта, а уже четыре. Благодаря этому происходит выделение меньшей тепловой энергии, тем самым светодиод меньше нагревается. Использование такие корпусов можно увидеть в автомобильном производстве.

— SMD. Вид корпуса является самым популярным из выше перечисленных на современном производстве светодиодов. В состав входит универсальный чип, установка которого происходит непосредственно на плате. Широкое

применение можно встретить на различных источниках света, осветительных приборах, светодиодных лентах и т. д.

— COB. Последний из самых популярных корпусов является COB. Данный вид корпуса был разработан в последствии доработок технологии SMD. В состав корпуса входит несколько чипов, которые установлены на одной плате на алюминиевой или керамической подложке. [3]

Существуют определенные требования к материалам для окон корпусов, они должны включать в себя:

- оптическую прозрачность;
- высокий показатель преломления;
- химическую инертность;
- стабильную работу при высоких температурах;
- герметичность.

Огромное количество корпусов светодиодов производятся из полимеров с показателем преломления в диапазоне от 1,5 до 1,8. При уменьшении разницы показателя преломления на поверхности полупроводника увеличивается угол внутреннего отражения, благодаря этому, расширяется вывод излучения и увеличивается эффективность вывода излучения. [2]

Корпуса должны выполнять важные функции, защищать светодиоды от механических ударов, вибраций, химических реагентов и влажности. Конструкция состоит из соединённых корпусов, в которые входят аноды и катоды, кристалл (пиксель) светодиода и проводов.

Широко распространенные корпуса на эпоксидной основе. В эпоксидных корпусах образуется механическая связь между анодом и катодом. Если говорить о мощных светодиодах, то тогда используются металлосодержащие спаи, это объясняется тем, что их тепловое сопротивление ниже, чем у эпоксидной смолы.

Главным принципом свечения светодиода является р-п переход. Р-п переход или по-другому электронно-дырочный переход заключается в том, что есть полупроводники n-типа и полупроводники р-типа. В полупроводниках n-типа преобладает количество электронов, а в полупроводниках р-типа — дырки. Дырка — это вакантное, свободное место для электрона из полупроводника n-типа.

Если свободные электроны представляются электронами проводимости и в результате создается электрический ток, то это будет называться полупроводником с электронной проводимостью или проводимостью n-типа. Аналогично, если электрически ток образуется благодаря

перемещениям дырок, то она будет иметь название дырочной проводимости или проводимости р-типа.

Р-п переход заключается в следующем:

В полупроводнике n-типа преобладают электроны, а в р-типа дырки. Электроны стараются диффундировать в область р-типа, попадая в данный полупроводник электроны занимают вакантные места дырок, тем самым рекомбинируя между собой. В тоже время р-типе происходит увеличение количества электронов в области дырок. Стык между полупроводниками n-типа и полупроводника р-типа называется валентной зоной. В результате рекомбинации электронов и дырок и при условии, если ширина запрещенной зоны р-п перехода близка к энергии фотонов видимого диапазона излучения, тогда происходит свечение светодиода. Ширина запрещенной зоны электронно-дырочного перехода — это минимальная энергия, необходимая для рекомбинации, перехода электрона из валентной зоны в зону проводимости. Переход дырок и электронов приводит к образованию некомпенсированного положительного заряда благодаря ионам донорной примеси (n-типа) и отрицательного заряда благодаря ионам акцепторной примеси (р-типа).

Причины выхода из строя светодиодов, к сожалению, достаточно. Первой причиной можно назвать последствием подачи более высокого тока, чем на то рассчитан сам светодиод. Следующим в списке является, самая важная и частая причина, из-за температуры, нагревания светодиода. Часто нагревание светодиода, приведет к его скорому потускнению. Далее идет некачественно выполненный монтаж. Невыполнение рекомендованных условий эксплуатации светодиодов. Нарушение технологического процесса изготовления светодиодов. Последним можно сказать о естественном старении.

В заключение, можно прийти к выводам, что корпуса бывают различной конфигурации, в зависимости от области эксплуатации. Показатель долговечности светодиода можно соблюсти. К примеру, для того чтобы светодиод не нагревался, обеспечить его теплоотводом. Соблюдение всех требований к монтажу, к поверхностному монтажу, к пайке светодиодов к плате печатной, использования качественного клея увеличит качество и строгое соблюдение технологического процесса для установки светодиода так же поможет исключить брак. Мое мнение, что светодиоды в скором времени будут использоваться практически во всех осветительных приборах, так как это долговечно, экологично и экономично.

Литература:

1. Что такое светодиод? — Текст: электронный // URL: <https://radiodetali.com/article/all/led-faq.htm> (дата обращения 4.11.2020)
2. Шуберт, Ф. Светодиоды / пер. с англ. Под ред. А. Э Юновича — 2-е изд. — М.: ФИЗМАТЛИТ. 2008. — с. 238–240
3. Виды светодиодов и их характеристики. — Текст: электронный // URL: <https://xn—dtbchbawj2amuei7b6i.xn—p1ai/mat-chast/vidy-svetodiody-i-ih-harakteristiki.html> (Дата обращения: 11.11.2020)

Анализ технологических схем транспорта сырья и нефтепродуктов

Бринстер Иван Русланович, студент

Научный руководитель: Чекардовская Ирина Александровна, кандидат технических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет

Разработка крупных месторождений занимает значительно много времени. За это время поверхностное обустройство месторождений приходится многократно реконструировать. Основная часть фонда скважин месторождений находится на поздней стадии разработки, данный период является по времени наиболее длительным периодом разработки, завершающийся в итоге истощением запасов углеводородов. Основной характеристикой является относительно низкий профиль добычи углеводородов. Продукция, транспортируемая по трубопроводам системы сбора, имеет высокую обводненность, сравнительно низкую вязкость и высокую коррозионную агрессивность промысловых сред.

Актуальной проблемой на поздних стадиях разработки промыслов является необходимость в реконструкция систем газонефтебора, подготовки и транспорта нефти, газа и воды, которая обусловлена снижением профиля добычи продукции и физическим старением трубопроводов и оборудования.

Реконструкция должна обеспечивать минимизацию протяженности газонефтеборных трубопроводов, количества установок подготовки газа, нефти и конденсата на месторождении, других объектов сбора и подготовки углеводородного сырья. Эксплуатация газонефтеборных сетей должна заключаться в простой и надежной технологической схеме системы сбора, подготовки и транспорта продукции, обладающей к тому же широкими технологическими возможностями по обеспечению требуемого уровня добычи углеводородного сырья.

В определение технологической схемы входит все технологическое оборудование и система трубопроводов, которые предназначены для сбора и транспорта продукции скважин до центрального пункта подготовки.

Особенности каждого месторождения, такие как природно-климатические условия, схема размещения скважин и кустов, способы нефтегазодобычи, профиля добычи, физико-химические свойства флюида, мешают разработать единую и универсальную технологическую схему.

Но есть ряд функций, которым должна удовлетворять каждая система в области обеспечения таких технологических операций, как:

- измерение количества и качества продукции каждой скважины;
- добыча и транспорт продукта скважин за счет энергии пласта или насосов до центрального пункта подготовки нефти, газа и воды;
- сепарирование жидкости на устье или забое скважин, и последующую утилизацию;

— отделение свободной воды от продукции скважин до установок подготовки нефти (в случае добычи обводненной нефти);

— отдельный сбор и транспорт продукции скважин, существенно отличающейся по обводненности или физико-химическим свойствам;

— подогрев продукции скважин, если невозможно ее собирать и транспортировать при обычных температурах.

Значительным упрощением технологической схемы нефтегазосбора является создание единого централизованного пункта подготовки продукции. Фазовое разделение углеводородного сырья и последующая обработка на крупных объектах подготовки выгоднее, чем осуществлять подготовку на мелких объектах, разбросанных по значительной территории. Одним из плюсов является то, что данный подход обеспечит снижение потерь легких фракций, улучшится качество готовой продукции за счет осуществления более глубокой переработки и обеспечение максимального извлечения запасов.

Не менее известна самотечная двухтрубная система сбора нефти и газа, относящаяся к системам раздельного сбора и транспорта нефти и газа. Основной характеристикой такой системы являются низкие давления в нефтегазосборных трубопроводах и низкие скорости движения продукции по шлейфам. Одна данная система имеет существенный недостаток — значительные пульсации давления и массовый расхода жидкости и газа для нефтепроводов вследствие высокого содержания газа в смеси. Высоконапорная однострунная система сбора может быть применена только на месторождениях с высокими пластовыми давлениями и требует особого внимания к выбору режимов перекачки, обеспечивающих малые потери напора и малые пульсации давления.

В настоящее время на промысловых объектах применяется напорная система. Данная схема предполагает одновременно проведение двух процессов разделение и подготовку продукции скважин к магистральному транспорту в условиях, когда пластовые давления не могут обеспечить высокие значения устьевых технологических параметров работы скважин.

Главный минус данной технологической схемы заключается в том, что требуются большие эксплуатационные расходы на обеспечение многофазного транспорта с месторождений и, соответственно, большой расход энергии и труб на сооружение системы обратного транспортирования очищенной пластовой воды до месторождений для использования ее в системе поддержания пластового давления, закачки в поглощающую скважину или подачу на газофакельную установку.

Технологические схемы системы сбора, подготовки и транспорта нефтепродуктов и сырья постоянно совершенствуются. Совершенствование технологических схем систем сбора, подготовки и транспортировки предусма-

тривает различные герметизированные сочетания процессов для обеспечения требуемого качества продукции при минимальных эксплуатационных и капитальных затратах.

Литература:

1. Shafahi Yousef, Shahbazi M.J. «Optimum railway alignment» http://www.uic.org/cdrom/2001/wcrr2001/pdf/sp/2_1_1/210.pdf.
2. CARD/1. URL: <http://www.card1.com/en/home/>
3. Курилко, Ю., Чешева В. Geonics АПР // CADmaster. № 1 (36). 2007.
4. Topomatic Robur. URL: <http://www.topomatic.ru>.

Использование углеродного волокна в строительстве

Егоров Дмитрий Сергеевич, студент;

Хлопков Владимир Петрович, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В данной статье авторы рассматривают способы использования углеродного волокна в строительной сфере. В работе выявлены исторические аспекты создания карбона, исследованы его характеристики, методы и способы применения.

Ключевые слова: углеродное волокно, строительство, карбон, углерод.

Современная строительная индустрия активно развивается, в основном, за счет внедрения новых материалов и использования инновационных технологий. Весьма актуальными являются проблемы, связанные со строительством конструкций, устойчивых к динамическим нагрузкам и агрессивным условиям окружающей среды. Для укрепления бетонных конструкций все чаще используют углеродные волокна, которые ранее широко применялись только в авиации и ракетостроении.

Сегодня углерод в той или иной форме востребован практически во всех отраслях промышленности. Его особенностью и, одновременно, важным преимуществом является то, что он может дополнять или даже заменять традиционные строительные материалы, такие как дерево, металл, стекло, бетон и др. В целом, это несет существенную выгоду как людям, так и природе. Углерод был обнаружен в 1880 году Т. Эдисоном при проведении опытов с нитью накаливания. Благодаря иностранным производителям и промышленникам углеродное волокно активно применяется в различных отраслях промышленности, в том числе в строительстве. В нашей стране многие проекты в области углеродного волокна были разработаны в советское время и сегодня активно возрождаются инженерами. Углеродное волокно является продуктом искусственного происхождения и относится к полимерам с композитной структурой. Оно формируется из тонких нитей (диаметр от 3 до 15 микрон), а нити, в свою очередь, из атомов углерода, которые объединяются в кристаллическую сетку. За счёт физических особенно-

стей атома углерода кристаллы в сетке располагаются параллельно относительно друг друга. Такое выравнивание является ключевым фактором, который способствует повышенной прочности волокна на растяжение [5, с. 259]. Пример структурной модели углеродного волокна представлен на рис. 1.

Использование углеродных волокон в аэрокосмической и оборонной промышленности, а также в сфере строительства обосновывается тем, что материал из углеродных волокон по твердости значительно превосходит металл. Яркий пример использования углеродных волокон в строительстве — это применение их в Калифорнии в 1980 году для усиления зданий в сейсмически активной зоне. В отечественном строительстве материал, как правило, используется в ремонтных работах, но его популярность и масштаб постепенно растут.

Углеродные волокна обладают относительно долгим сроком службы, это явление основано на их свойствах, которые включают в себя высокую устойчивость к процессам коррозии и отличную адгезию к поверхностям с различными структурами, а также легкость и прочность. Благодаря тому, что углеродное волокно обладает довольно малой массой, оно используется в системах армирования, что, в свою очередь, существенно снижает нагрузку на фундамент здания. Поверхность углеродного волокна является глянцевой, что позволяет исключить возможность реакции с водой. К преимуществам также относится высокая огнестойкость, ударопрочность и возможность наносить материал в несколько слоев. Прове-

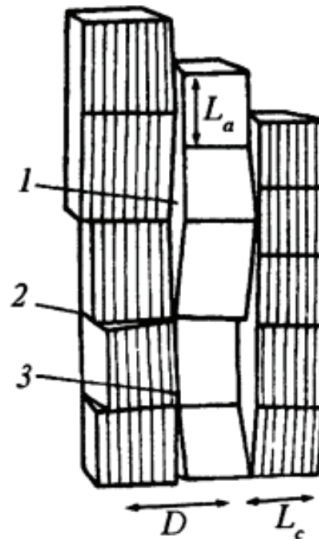


Рис. 1. Схематическое изображение структурной модели углеродного волокна: 1 — пустоты, 2 — границы структурных поворотов, 3 — межкристаллическая граница

дение ремонтных работ любого типа, где возможно применение углеродного волокна, может осуществляться без прекращения эксплуатации самого здания. Материал является полностью токсически безопасным и экологически чистым, что, безусловно, является важными преимуществами с точки зрения безопасности человека и окружающей среды. Углеродное волокно может использоваться при армировании конструкций практически любых кон-

фигураций, таких как ребристые поверхности, угловые и закругленные элементы, балочные сегменты рамных конструкций и др. Составляющей углеродного волокна является полиакрилонитрил, который предварительно обрабатывается высокой температурой (в пределах $3000^{\circ} - 5000^{\circ}\text{C}$) [7, с. 98]. На рис. 2. Представлены варианты усиления конструкций композитными материалами в строительстве.

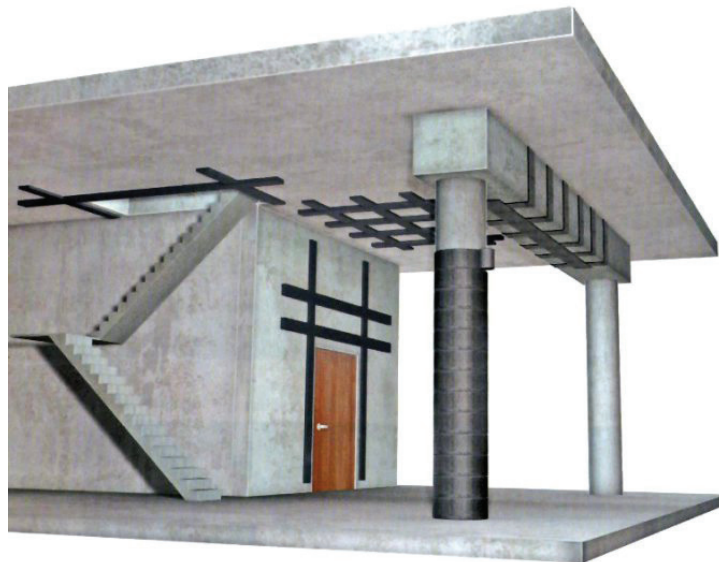


Рис. 2. Усиление конструкции композитными материалами

Вышеприведенные характеристики и параметры материала, во многом, обуславливают внешнее армирование как наиболее распространенное применение углеродных волокон в строительстве. В этом случае волокно пропитывают двухкомпонентной эпоксидной смолой, которая действует как связующая. Установка материала похожа на процесс поклейки обоев — материал просто прикле-

ивается к поверхности конструкции, которая усиливается [2]. Использование именно эпоксидной смолы, в качестве связующего вещества, обусловлено следующими особенностями материала:

— такая смола имеет высокие адгезивные свойства по отношению к бетонным поверхностям.

— компоненты углеволокна и смолы вступают между собой в химическую реакцию, в результате которой углеводород приобретает жёсткость пластика и становится прочнее стали в 7 раз.

Благодаря всем вышеперечисленным свойствам и параметрам, углеродное волокно уверенно занимает лидирующую позицию среди композитных материалов. Прочность материала на растяжение в четыре раза выше, чем у стали высшего качества, при этом удельный вес весьма невелик: углеволокно на 75% легче железа и на 30% легче алюминия. Незначительное расширение материала при нагревании позволяет использовать углеродные волокна в самых различных и агрессивных климатических условиях.

Несмотря на все преимущества, углеволокно, разумеется, имеет и недостатки, которые необходимо учитывать при проведении строительных работ. Список недостатков карбона короткий, но эти недостатки обязательно должны быть учтены при планировании строительства. Как правило, выделяют три основных недостатка:

- углеродное волокно является хорошим отражателем электрических волн;
- материал имеет, сравнительно, высокую стоимость;
- изготовление композита более трудоёмкое, чем производство металла [3, с. 73].

Использование углерода позволяет успешно укреплять конструкции из дерева, кирпича или железобетона. Согласно СНиП и ГОСТ, структура, армированная таким материалом, становится прочнее на 120% за счет сжатия и дополнительно приобретает прочность на изгиб на 65%. В дополнение углеродное волокно можно применять для восстановления каменных конструкций, таких как, например, балки и опоры для бетонных мостов. Также, в частном строительстве, укрепление фундамента или стен с помощью углерода обеспечивает здание большим запасом прочности.

Усиление построек с помощью армирования карбоном необходимо в следующих случаях:

- конструкция была повреждена, в результате чего её несущая способность снизилась и стали появляться трещины;
- изменились условия эксплуатации помещения, возросли нагрузки на него;
- постройка здания планируется в сейсмически активной зоне;
- для устранения разрушений бетона и коррозионных процессов в арматуре, если постройка долгое время под-

вергалась агрессивному воздействию внешней среды [1, с. 116].

Если углеродное волокно было выбрано в качестве одного из компонентов внешней системы армирования на этапе проектирования строительства, в работу следует включить Свод правил 164.1325800.2014. Производя армирование самостоятельно, нужно учитывать, что наклеивание карбона осуществляется в зонах наибольшей нагрузки: как правило, это центральная часть пролёта, которая соприкасается с нижней гранью. Для работы с изгибами можно выбрать любой тип материала — лента, сетка или планки [4, с. 65]. В процессе армирования балок может возникнуть необходимость в дальнейшем усилении приопорных зон, которые увеличивают несущую способность всей конструкции при поперечных нагрузках, для этого используют U-образные хомуты из лент или сеток.

Углеродное волокно в строительстве можно использовать для армирования зданий и сооружений из следующих материалов:

- камень. К ним относятся мачты, пилоны, кирпичные дома. Углеродное волокно применимо здесь как в процессе постройки, так и при проведении ремонтных работ;
- железобетон. Здесь углеродное волокно можно использовать для строительства гидротехнических сооружений, мостов и др;
- металл. Такие структуры имеют модуль прочности и упругости вблизи углеродного волокна, но их усиление все еще необходимо, особенно в областях с неустойчивыми грунтами.

Чтобы процесс усиления постройки прошёл максимально эффективно, следует обеспечить ряд условий, таких как отсутствие естественной влаги, надежное сцепление с поверхностью здания и использование материалов, обладающих высоким качеством для обеспечения максимальной эффективности.

Несмотря на растущую популярность использования углеродных волокон, технология их применения остается довольно сложной и трудоёмкой. На сегодня углеродное волокно — это довольно дорогой материал, требующий определенных навыков его монтажа и наличия специального оборудования. Можно предположить, что дальнейшее развитие в сфере строительства коснется и ответвления углеродных волокон, что, в свою очередь, позволит совершить технологическо-экономический скачок и сделает применение углеволокна в строительстве более легким и дешевым.

Литература:

1. Алимов, Л. А. Строительные материалы: Учебник / Л. А. Алимов. — М.: Academia, 2018. — 317 с.
2. Барабанщиков, Ю. Г. Строительные материалы и изделия: Учебник / Ю. Г. Барабанщиков. — М.: Academia, 2019. — 368 с.
3. Барабанщиков, Ю. Г. Строительные материалы и изделия: Учебник / Ю. Г. Барабанщиков. — М.: Academia, 2015. — 64 с.
4. Волков, Г. М. Машиностроительные материалы нового поколения: Учебное пособие / Г. М. Волков. — М.: Инфра-М, 2015. — 320 с.

5. Ганиева, Т. Ф. Современные дорожно-строительные материалы: Учебное пособие / Т. Ф. Ганиева. — СПб.: Проспект Науки, 2015. — 144 с.
6. Лукаш, А. А. Новые строительные материалы и изделия из древесины: Монография / А. А. Лукаш, Н. П. Лукутцова. — М.: АСВ, 2015. — 288 с.

Выделение меди из отработанных растворов травления при производстве печатных плат

Коновалов Михаил Васильевич, студент магистратуры;

Соколов Лев Викторович, студент магистратуры;

Колмачихина Ольга Борисовна, кандидат технических наук, доцент

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

В статье рассмотрены различные способы выделения меди из отработанных растворов травления. Предложен вариант замены хлорида аммония хлоридом натрия в качестве нового или дополнительного источника хлорид-ионов, предложена технологическая схема переработки отработанных растворов травления.

Ключевые слова: травление, электроэкстракция, хлорид аммония, хлорид натрия, электроэкстракция.

Сначала XX века процессы изготовления печатных плат непрерывно совершенствовались. Одним из важнейших процессов является травление, которое необходимо для получения токопроводящего рисунка печатной платы. В качестве травителей используют растворы хлорного железа, аммиака и т. п. На данный момент основным раствором травления является солянокислый раствор хлорида меди (таблица 1), т. к. он обеспечивает доста-

точную скорость и качество травления. Но использование такого раствора имеет свои недостатки: при травлении большое количество меди переходит в раствор, что вызывает уменьшение эффективности травильной ванны. Для того, чтобы поддерживать высокую эффективность и стабильную скорость травления печатных плат необходимо регенерировать травильный раствор и удалять избыток меди.

Таблица 1. Химический состав исходного травильного раствора

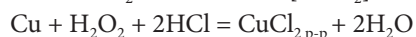
Наименование вещества	Количество вещества, на 1 дм ³
CuCl ₂ × 2H ₂ O	187 г/дм ³
NH ₄ Cl	32 г/дм ³
HCl	257 см ³
H ₂ O ₂ +H ₂ O	132 см ³ + 392 см ³

* Рабочая концентрация меди в исходном растворе 60 г/дм³

Из-за сложности химического состава отработанного раствора травления (ОТР) и его относительной токсичности (таблица 2), предприятия его никак не перерабатывают, а складывают и отправляют на утилизацию.

Для того, чтобы вернуть раствор в оборот, необходимо снизить концентрацию меди с 150 г/дм³ до 60 г/дм³ и окис-

лить соединения одновалентной меди, чтобы могли протекать основные реакции травления:



Таким образом, если выполнить эти два условия, то можно создать замкнутую систему, в которой раствор можно будет регенерировать, выделяя при этом медь.

Таблица 2. Концентрация основных веществ в отработанном растворе травления

Наименование вещества	Концентрация вещества г/дм ³
Cu _{p-p}	150
HCl	11,7

С учетом вышесказанных требований, для удаления избытка меди из раствора были рассмотрены следующие методы: цементация, нейтрализация, реагентный метод.

Все перечисленные методы имеют свои достоинства и недостатки (таблица 3).

Таблица 3. Сравнение вариантов переработки отработанных растворов травления

Метод	Плюсы	Минусы
Нейтрализация	— Дешевые реагенты — Простота	— Необоротные растворы — Не окисляет ионы Cu^+
Реагентный метод	— Доступность — Простота	— Необоротные растворы
Цементация	— Извлечение меди 99,5% — Простота	— Необоротные растворы — Не окисляет ионы Cu^+ — Вносятся ионы другого металла
Электрохимические методы	— Не вносят ничего лишнего — Обратный раствор — Окисляют ионы Cu^+ в Cu^{2+}	— Выделение аммиака — Выделение хлора — Сложность аппаратного оформления

Наиболее привлекательным методом выделения меди из кислых растворов является электроэкстракция, задачи которой, в нашем случае, состоят в следующем:

- окислить Cu^+ до Cu^{2+} ;

- снизить концентрацию меди в растворе с 150 г/дм^3 до 60 г/дм^3 ;

- получить металлическую медь.

Предлагаемая схема переработки растворов приведена на рисунке 1.

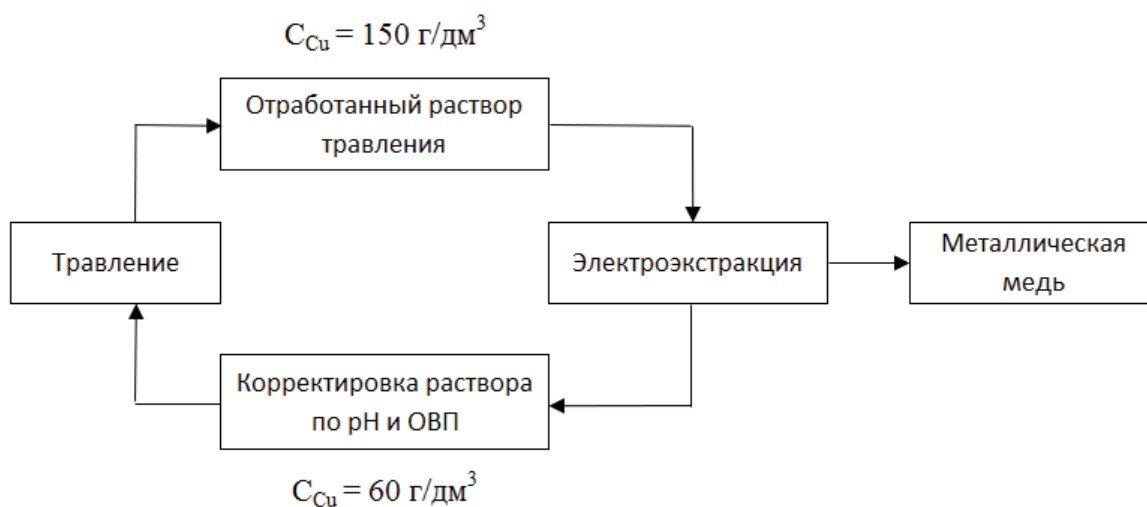


Рис. 1. Предлагаемый способ переработки ОТР

Основной проблемой при электроэкстракции меди из ОТР является большое выделение хлора на аноде, и аммиака на катоде. Для того, чтобы снизить или полностью предотвратить выделение хлора на аноде и выделение аммиака на катоде можно предложить следующие технологические решения:

- заменить реагент хлорид аммония, который выступает в качестве источника дополнительных хлор-ионов при травлении;
- снизить концентрацию хлор-иона в растворе до электроэкстракции.

Для проверки предлагаемых вариантов провели ряд экспериментов по поиску аналога хлорида аммония.

Усредненные результаты экспериментов представлены в таблице 4.

На основании экспериментальных данных можно сделать вывод, что способность $NaCl$ выступать в качестве дополнительного источника ионов хлора сопоставима с NH_4Cl . Скорость травления при введении $NaCl$ не меняется.

В качестве дальнейших исследований предлагается проводить электроэкстракцию с нейтральными (в частности, графитовыми) электродами, разделенными катионитовой мембраной. После охлаждения раствор будет подаваться в анодное пространство электролизера, где часть ионов $Cu(I)$ окисляется до $Cu(II)$. Другая часть ионов проходит мембрану и восстанавливается на катоде до металлического состояния Cu^0 . Таким образом, анодное

Таблица 4. Сравнение хлорида аммония и хлорида натрия

	V, см ³	Количество растворенной меди, г	NH ₄ Cl, г	NaCl, г	Количество растворенной меди, г
Модельный раствор 1	100	4,5	3,2	-	5,1
Модельный раствор 2	100	4,4	-	3,2	5,1

пространство насыщается ионами Cu (II), за счет того, что они не могут восстановиться на катоде до Cu⁰.

Для уменьшения выделения хлора предлагается использовать дополнительное дехлорирование, или вести

процесс до окончания окисления меди Cu (I) в Cu (II), так как после этого потенциал анода сдвигается в положительную сторону и начинается опасное выделение хлора.

Литература:

1. Гончаренко, Т.П. Методика обезвреживания и утилизации отработанного медно-хлоридного раствора травления [Текст] / Т.П. Гончаренко, А.Г. Гончаренко, Г.И. Елагин // Вестник Черкасского национального университета им. Богдана Хмельницкого. Серия химические науки. — 2010.
2. Кругликов, С.С. Регенерация травильных растворов и рекуперация меди в производстве печатных плат [Текст] / С.С. Кругликов // Гальванотехника и обработка поверхности. — 1993. — том 2. — выпуск 4.
3. Тураев, Д.Ю. Журнал прикладной химии [текст] / Д.Ю. Тураев, С.С. Кругликов, А.В. Парфенова // Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва. — 2005. — Т. 78. — Выпуск 9.
4. Шкундина, С. Прецизионное травление печатных плат [Текст] / С. Шкундина // Производство электроники: Технологии. Оборудование. Материалы. — 2011.
5. Электролиз, электроды [Электронный ресурс] // Справочник химика 21 — химия и химическая технология. — Режим доступа <https://chem21.info/info/149644/>.

Поиск рационального варианта выделения платиновых металлов из отработанных автомобильных катализаторов

Коновалов Михаил Васильевич, студент магистратуры;

Соколов Лев Викторович, студент магистратуры;

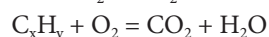
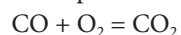
Колмачихина Ольга Борисовна, кандидат технических наук, доцент

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

В работе рассмотрена и обоснована актуальность переработки автомобильных катализаторов как вторичного сырья, проведен сравнительный анализ существующих в настоящее время технологий по их переработке и выбрана принципиальная технологическая схема получения концентрата металлов платиновой группы (МПГ).

Ключевые слова: автомобильные катализаторы, переработка, металлы платиновой группы, концентрат

Каталитические преобразователи или автомобильные катализаторы были введены в эксплуатацию в 1975 году. Это устройства, которые находятся в выхлопной системе каждого современного автомобиля. В процессе их работы происходят химические реакции, которые нейтрализуют опасные для человека и окружающей среды продукты горения топлива:



Основным типом конструкции автомобильных катализаторов являются «соты» структуры или, реже, конструкция типа «керамические бусины», которые позво-

ляют обеспечить контакт отходящих выхлопных газов с максимальной площадью поверхности катализатора. Наиболее часто «соты» в катализаторах изготавливаются из керамики на основе оксида алюминия, внутренняя поверхность которых покрыта металлическим катализатором, представляющим собой смесь платины, палладия и родия. [2] Суммарное содержание МПГ в катализаторах составляет около 0,2%.

Именно из-за наличия таких металлов как Pt, Pd, Rh отработанные катализаторы представляют большой интерес с точки зрения переработки вторичного сырья. Стоимость катализаторов, вышедших из употребления, в за-

висимости от марки автомобиля колеблется от 2 до 45 тысяч рублей за килограмм.

Основными отраслями, в которых используют платину и палладий, являются автомобилестроение, электроника и ювелирная отрасль. Самым ценным металлом в отработанных катализаторах является родий. Это один из самых редких металлов, мировая добыча которого составляет менее 30 тонн в год. Поэтому сейчас стоимость родия составляет около 36 тысяч рублей за один грамм. Основными потребителями родия является ювелирная и автомобильная отрасль.

Существует множество способов переработки автомобильных катализаторов, общая цель которых — максимально полное извлечение из них металлов платиновой группы. Все эти методы можно разделить на три группы: гидрометаллургические, гидро-пирометаллургические и комбинированные.

Гидрометаллургические методы предполагают дробление катализаторов и последующее выщелачивание их в различных реагентах. При этом, в зависимости от типа используемого реагента, в раствор переводят либо компоненты основы катализатора, а благородные металлы при этом преимущественно остаются в кеке, либо растворяют металлы платиновой группы, отделяя их таким образом от керамики.

Недостатками подобных способов переработки являются неизбежность потерь платиновых металлов на стадии выщелачивания, невысокая степень обогащения концентрата, необходимость тонкого измельчения исходного материала, сложность аппаратного оформления и ограничения по модификации оксида алюминия.

Комбинированные или пиро-гидрометаллургические способы переработки автомобильных катализаторов классифицируют по величине температурного воздействия.

Первая группа способов предполагает использование обжига материала при температуре 400–550° С для удаления органики и продуктов горения топлива. Обжиг, например, применяют для повышения эффективности процесса при переработке катализаторов методом хлорирования.

Вторая группа способов предусматривает спекание исходного катализатора при температуре 900–950° С в присутствии различных реагентов (чаще всего гидроксида щелочного металла) в восстановительной атмосфере с целью перевода алюминия, который в виде оксида входит в состав основы катализатора, в растворимую форму алюмината натрия. Затем проводят щелочное или водное выщелачивание спека и получают концентрат платиновых металлов, который направляют в гидрометаллургическую ветку с целью более глубокого обогащения. [5]

Третья группа включает различные варианты плавки катализаторов на коллектор. Эти способы обеспечивают большее суммарное извлечение платиновых металлов в конечный продукт за счет дополнительной переработки шлаков по сравнению с другими способами переработки автомобильных катализаторов.

Сравнение эффективности технологий по переработке отработанных автомобильных катализаторов в зависимости от извлечения представлено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение эффективности способов переработки катализаторов

	Гидрометаллургические	Пирометаллургические	Комбинированные
Извлечение МПГ в концентрат	85–90%	90–99%	99%

Поскольку главной целью переработки платиносодержащих катализаторов является максимально полное извлечение из них металлов платиновой группы, для переработки этого вида сырья наиболее целесообразно применение именно пирометаллургических методов, предполагающих плавку исходного материала на коллектор.

Предлагаемая принципиальная схема по переработке катализаторов представлена на рисунке 1.

Автомобильные катализаторы измельчаются, усредняются и проходят процесс классификации, после чего

направляются на плавку на металлический коллектор. В процессе плавки компоненты катализатора, в частности, керамика и алюминий переходит в шлак, в то время как металлы платиновой группы накапливаются в металлическом коллекторе. По окончании плавки мы получаем высокоуглеродистый сплав системы C-Me-Si, с содержанием МПГ около 5% (таблица 1). В качестве дальнейших исследований необходимо выбрать принципиальный метод гидрометаллургической переработки полученного сплава.

Таблица 1. Содержание основных компонентов в сплаве на основе железа

Элементы	Pd	Pt	Rh	Fe	Cu	Si	Ti	Ag	Проч.
%	3,1	1,2	0,1	79,6	2,16	5,1	1,18	0,11	7,45

* Анализ выполнен методом РФА и не учитывает наличие углерода.

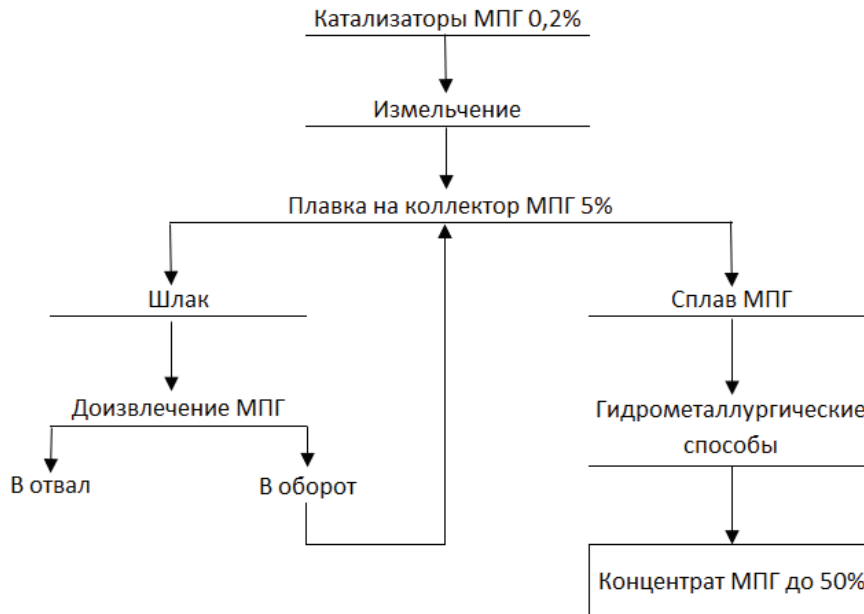


Рис. 1. Принципиальная схема переработки отработанных катализаторов

Литература:

1. Ю. А. Котляр, М. А. Меретуков, Л. С. Стрижко «Металлургия благородных металлов» Часть 2.
2. Электронный ресурс «Устройство автомобильного катализатора» режим доступа: <http://gsavto.ru/ustroystvo-katalizatora>
3. Патент РФ «Способ переработки отработанных катализаторов, содержащих металлы платиновой группы», номер RU 2138568
4. Патент РФ «Способ извлечения металлов платиновой группы» RU 2360984
5. Патент США «Процесс восстановления металлов платиновой группы», номер US5252305 (A)

Виды систем автоматического регулирования возбуждения синхронных генераторов

Овсянников Александр Максимович, студент магистратуры
 Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В статье рассматриваются особенности различных систем автоматического регулирования возбуждения синхронных генераторов, а также их основные параметры.

Ключевые слова: генератор, возбуждение, регулирование.

Системы возбуждения используются для питания роторной обмотки постоянным током, который соответствует току возбуждения. В наши дни для регулирования тока возбуждения используют системы АРВ (автоматического регулирования возбуждения), реагирующие на ряд параметров синхронного генератора и в зависимости от режима его работы автоматически изменяя ток возбуждения.

Система возбуждения обычно характеризуется номинальным током и номинальным напряжением возбуж-

дения на выводах обмотки возбуждения, которые соответствуют номинальному режиму работы электрической машины; форсировочной способностью; быстротой системы возбуждения при авариях и неисправностях в энергосистеме; быстротой развозбуждения генератора в случаях его повреждения [1].

Системы возбуждения обеспечивают следующие режимы работы синхронных генераторов:

- начальное возбуждение;
- холостой ход;

- включение в сеть методом точной синхронизации или самосинхронизации;
- работу в энергосистеме с допустимыми нагрузками и перегрузками;
- форсировку возбуждения по напряжению и по току с заданной кратностью;
- разгрузку по реактивной мощности и развозбуждение при неисправности энергосистемы.

Ко всем вышеперечисленным режимам работы предъявляются соответствующие требования, как правило для мощных генераторов эти требования являются более жесткими.

Системы возбуждения синхронного генератора обычно состоят из возбуждателя, подвозбудителя и регулирующих устройств.

Принципиальные схемы систем возбуждения различаются:

- 1) По конструктивному исполнению возбуждателя
- 2) По виду возбуждателя — с независимым возбуждением или самовозбуждением.

Возбудители также можно разделить на такие как:

- 1) Электромашинные — эти возбудители содержат вращающиеся электрические машины.
- 2) Статические — не содержащие вращающихся электрических машин.
- 3) Комбинированные.

Если обмотка возбуждения возбуждателя питается от щеток его коллектора, то это самовозбуждение. Если же обмотки возбуждения питаются от какого-либо другого независимого источника, то это возбудитель с независимым возбуждением. Таким источником может быть машина постоянного тока с самовозбуждением. В последнее время все чаще используются тиристорные и бесщеточные системы возбуждения из-за их надежности и удобства эксплуатации [2].

АРВ делятся на регуляторы с зоной нечувствительности, осуществляющие прерывистое регулирование, и регуляторы без зоны нечувствительности, осуществляющие непрерывное регулирование. Регуляторы бывают:

- 1) Пропорционального действия, изменяющие ток возбуждения пропорционально отклонению какого-либо контролируемого параметра.
- 2) Сильного действия, реагирующие не только на величину и знак отклонения, но и на его скорость и ускорение [3].

Литература:

1. Веников, В. А., Герценберг Г. Р., Совалов С. А. и др. Сильное регулирование возбуждения. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963. 152 с.
2. Куликов, А. Ю. Переходные процессы в электрических системах. — Новосибирск: НГТУ, 2003, 283 с.
3. Электрические системы: Управление переходными режимами электрических систем/Под ред. В. А. Веникова. — М.: Высшая школа, 1982, 244 с.

При снижении напряжения за установленный уровень сигнал с выхода измерительного элемента (ИЭ) замыкает цепь контактора (К), который закорачивает реостат цепи возбуждателя. Из-за малого сопротивления якоря характеристику холостого хода возбуждателя можно считать его нагрузочной характеристикой. Параметры режима возбуждателя (U_{f0}, i_{ff0}) определяются точкой пересечения характеристики холостого хода и прямой, выраженной уравнением

$$U_f = i_{ff}(R_{ff} + R_p) \quad (1)$$

где R_{ff} и R_p — активные сопротивления обмотки возбуждателя и реостата. При закороченном реостате новые режимные параметры возбуждателя определяются точкой пересечения характеристики холостого хода и прямой $U_f = i_{ff} * R_{ff}$, которая определяет предельное напряжение возбуждателя — потолок возбуждения. Изменение напряжения возбуждателя от времени при форсировке представляет собой экспоненциальную зависимость, описываемую уравнением

$$U_f = U_{f0} + (U_{fnp} - U_{f0})(1 - e^{-\frac{t}{T_\varepsilon}}) \quad (2)$$

где T_ε — постоянная времени обмотки возбуждения возбуждателя.

Важными требованиями, предъявляемыми к системам возбуждения при форсировке, являются:

- 1) Необходимое быстродействие, т. е. высокая скорость нарастания напряжения на обмотке ротора в процессе его подъема от номинального значения до потолочного. Эта скорость определяется величинами постоянной времени и потолка возбуждения.
- 2) Кратность форсировки возбуждения, определяемая отношением потолочного напряжения на роторе к номинальному.

Наиболее эффективными по этим показателям являются тиристорные системы возбуждения, использующие управляемые тиристорные выпрямители. Они практически безынерционны и обеспечивают четырехкратный и более потолок возбуждения. На их базе изготавливаются регуляторы сильного действия, обеспечивающие практически постоянное напряжение на зажимах генератора.

Методологические особенности исследований электрофизической активации выщелачивания цинковых кеков

Соколов Лев Викторович, студент магистратуры;
Коновалов Михаил Васильевич, студент магистратуры;
Полыгалов Сергей Эдуардович, учебный мастер, ассистент

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Рассмотрены проблемы переработки цинковых кеков, являющихся важным промпродуктом цинкового производства. Выполнен комплекс тестовых опытов с целью изучения перспектив использования электрофизической энергии для повышения эффективности сернокислотного выщелачивания цинка из данного сырья. Разработана методика и оригинальная установка для электрофизического воздействия на реакционную массу на подготовительной стадии и непосредственно при выщелачивании цинка. Изучено влияние некоторых технологических параметров на скорость и степень выщелачивания цинка. Установлено, что высокое извлечение цинка в раствор (более 80%) достигается после электрофизической обработки в течение 3–5 минут. Сформулированы граничные условия применения электрофизического воздействия для практического использования.

Ключевые слова: цинковый кек, феррит цинка, гидрометаллургия, электрофизическая активация

Самый распространенный метод переработки сульфидных цинковых концентратов основан на окислительном обжиге концентратов и последующем выщелачивании цинка из огарка. При обжиге часть цинка образует труднорастворимые ферриты, в результате при выщелачивании до 20% цинка остается в нерастворенном остатке, который называют цинковым кеком.

Известны пиро- и гидрометаллургические методы переработки цинковых кеков [1–3]. Пирометаллургическая технология — вельцевание — основана на переводе цинка в газовую фазу с последующим улавливанием оксида цинка. Данная технология преимущественно используется в мировой практике настоящее время.

Гидрометаллургические методы сводятся к выщелачиванию кеков высококонцентрированными растворами серной кислоты при высокой температуре; по технологическим особенностям в числе гидрометаллургических вариантов различают гетит, ярозит — процессы и автоклавное выщелачивание.

Оба подхода имеют существенные недостатки: для гидрометаллургического способа это чрезмерная длительность выщелачивания, сложность аппаратного оформления [4–8]; для пирометаллургического это высокий расход энергоресурсов, большие по размеру агрегаты и сложная система газо — пыли очистки [9–11]. Поиск вариантов совершенствования технологий переработки цинковых кеков весьма актуален.

Совершенствование гидрометаллургических методов в данной сфере должно быть направлено, прежде всего, на ускорение базового процесса и повышение степени извлечения цинка. Известно, что указанные задачи в гетеро-

фазных превращениях решаются интенсификацией массообмена. С этой точки зрения электрофизическое воздействие на реакционную массу может быть очень эффективно [3].

Согласно современным представлениям при воздействии электромагнитных импульсов той или иной частоты на реакционную массу, содержащую твердое сырье и выщелачивающий раствор, на границе фаз наблюдается локальный нагрев, способствующий ускорению химических превращений. Дополнительный эффект вносится интенсификацией массопереноса ионов в диффузионном слое. При высоких частотах энергетических импульсов возможен приоритетный перегрев минеральных составляющих, обладающих полупроводниковыми или электропроводящими свойствами. Последствием неравномерного нагрева будет разрушение кристаллической структуры сырья и увеличение реакционной поверхности.

Систематизированной информации по использованию электрофизической обработки (ЭФО) применительно к гидрометаллургическим процессам переработки сырья как на стадии предварительной подготовки, так и непосредственно в процессе выщелачивания, не выявлено.

В данной работе приведены результаты предварительных исследований по ЭФО при гидрометаллургической переработке цинкового кека. Характер энергетических импульсов и принцип действия использованной в исследованиях установки является предметом изобретения, на которое отправлена заявка на патент, поэтому в рамках данной работы они не приведены.

Объектом исследований был цинковый кек АО «Челябинского цинкового завода», состав которого приведен в таблице 1.

Таблица 1. Состав цинкового кека, %

Zn	Cu	Pb	Fe	Ag	S _{общ}	S _{SO4}	S _S
17,96	3,06	4,08	16,78	0,035	5,93	4,72	1,21

Цинк в кеке представлен следующими соединениями, %: 58,9 ZnO×Fe₂O₃; 12,7 ZnS; 26,7 ZnSO₄ + ZnO; 1,7 силикаты и арсенаты цинка.

Для проведения опытов по ЭФО использовали оригинальную установку, схема которой приведена на рисунке 1.

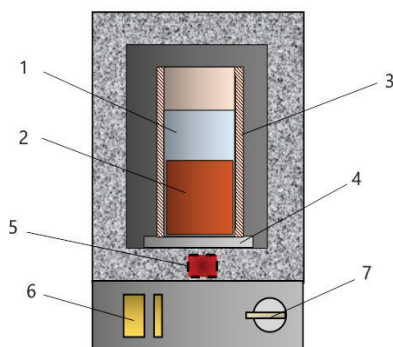


Рис. 1. Схема лабораторной установки: 1 — реакционная емкость; 2 — реакционная смесь; 3 — экранирующий кожух; 4 — энергетическая диафрагма; 5 — источник электрофизических импульсов; 6 — таймер 7 — регулятор мощности импульсов

Материал помещали в термостойкий лабораторный реактор. Реактор устанавливали внутри экранирующего кожуха. Для корректной оценки влияния электрофизического воздействия на вскрываемость соединений цинка необходимо было создать условия, при которых энергетический поток направленно воздействовал на пульпу с одной стороны реактора, при этом потери энергии в окружающую среду сведены к минимуму. В этом случае обеспечивается возможность корректно оценить удельный расход энергии, оптимальную толщину слоя обрабатываемого материала (т. е. глубину проникновения энергии) и фактическую эффективность обработки пульпы. Экранирующий кожух позволяет концентрировать энергию и создает условия для фиксации выбранного направления воздействия.

В ходе экспериментов изменяли соотношение продолжительности обработки и толщины слоя обрабатываемого

материала. Перемешивание реакционной массы при ЭФО не проводилось. Результаты опытов оценивали анализом полученных растворов на содержание цинка методом атомной адсорбции.

На первом этапе исследований оценили эффект от электрофизического излучения с предварительной обработкой смеси кека и воды, а также смеси кека и сернокислого раствора при Ж:Т = 3:1 в течение 15 минут при заданной мощности. После электрофизической обработки реакционную смесь подвергли кислотному выщелачиванию при условиях: температура 90 °С; продолжительность 60 минут, концентрация серной кислоты 225 г/дм³.

Для сравнения при тех же условиях провели выщелачивание кека без ЭФО. Сравнительные результаты опытов предлагаемого метода и существующего представлены на рисунке

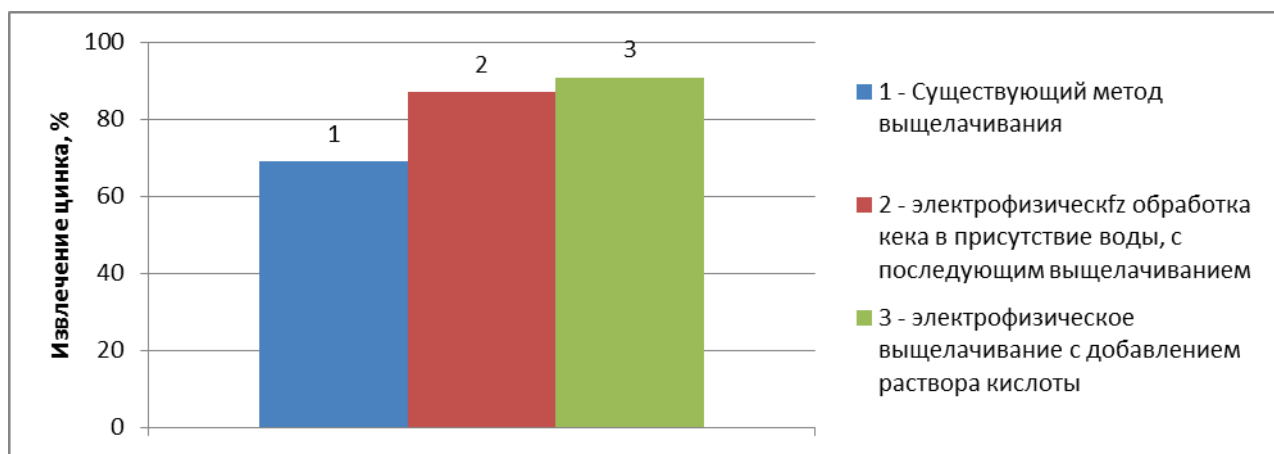


Рис. 2. Влияние условий ЭФО на извлечение цинка при выщелачивании

Приведенные результаты показывают, что даже кратковременная ЭФО позволяет увеличить извлечение цинка в раствор на 15–20 %.

Практический интерес представляет показатель, характеризующий глубину проникновения энергетических импульсов в реакционную массу. В реактор загружали пульпу с соотношением Ж:Т = 1:1 при заданной толщине обрабатываемого слоя. Над открытым реактором устанавливали лабораторный стакан с водой при комнатной темпе-

ратуре. Стакан с водой в данном случае был индикатором прошедшей через реактор энергии. По окончании ЭФО по температуре нагретой воды рассчитывали степень использования израсходованной энергии, поглощенной реакционной массой. Исходным посылом было допущение, что при некоторой толщине слоя реакционной массы вся использованная энергия будет израсходована на химические превращения и нагрев этой массы; при этом температура воды не изменится. Продолжительность ЭФО — 1 минута.

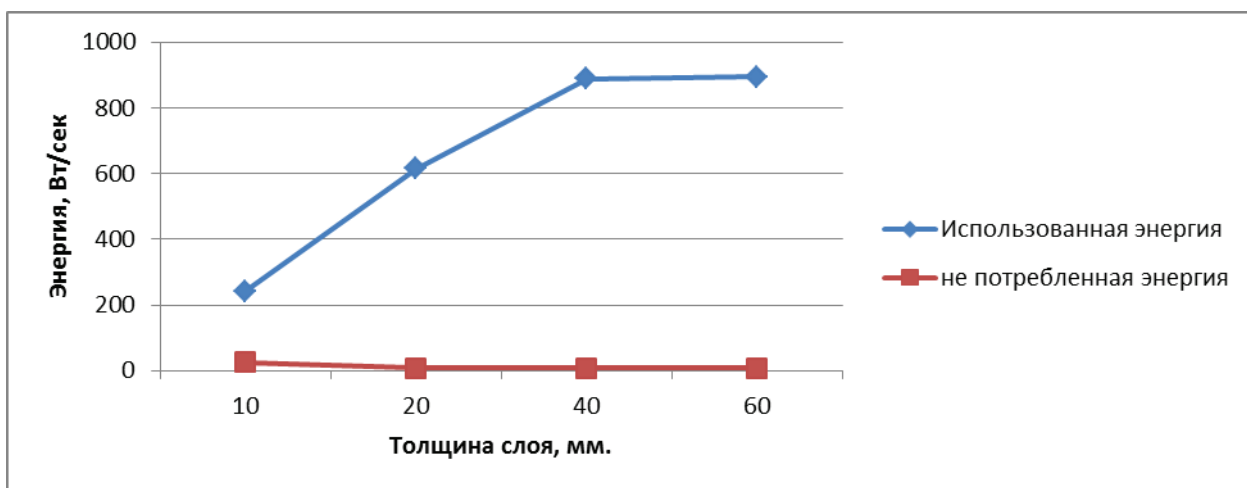


Рис. 3. Оценка эффективной толщины реакционной массы при ЭФО

Далее оценили влияние толщины слоя реакционной массы на степень выщелачивания цинка непосредственно на стадии ЭФО. Обработку неподвижного слоя реакционной массы проводили на протяжении одной минуты при соотношении Ж:Т = 3,4:1, с концентрацией серной кислоты 235 г/дм³.

Влияние продолжительности ЭФО на степень выщелачивания цинка изучали при расходе 1,32 г H₂SO₄ на 1 г кека и толщине слоя реакционной массы 30 мм

Результаты эксперимента электрофизического выщелачивания с соотношением Ж:Т = 1:1 в течение 1 и 2 минут представлены на рисунке 4.

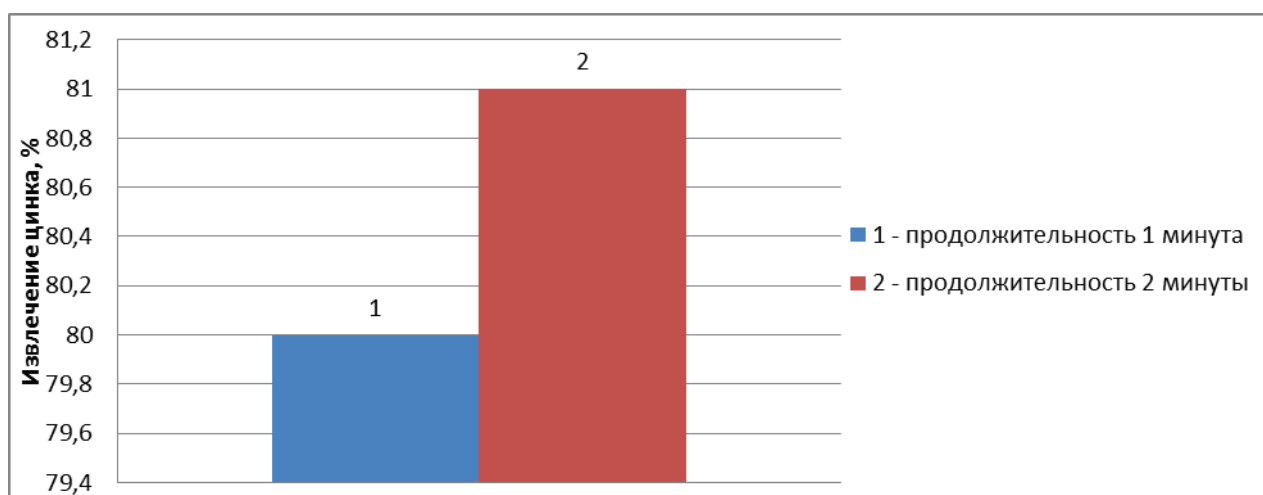


Рис. 4. Влияние продолжительности ЭФО на извлечение цинка при выщелачивании

В реальных условиях при перемешивании реакционной массы продолжительность ЭФО и толщина слоя требуют оптимизации применительно к аппаратурному оформлению.

Выводы

1. Электрофизическая обработка реакционной массы позволяет увеличить степень извлечения цинка при выщелачивании цинковых кеков до 85–90 %

2. Продолжительность выщелачивания цинковых кеков, совмещенного с ЭФО, может быть сокращена в десятки раз.
3. Удельный расход электроэнергии на ЭФО цинковых кеков — 140 Вт*час/кг

Литература:

1. Воробьев, А. Е. Концепция решения минерально-сырьевых проблем и охраны окружающей среды / А. Е. Воробьев, З. М. Шульгина // Маркшейдерия и недропользование. — 2009. — № 4. — с. 23–24
2. Снурников, А. П. Комплексное использование сырья в цветной металлургии / Снурников А. П. — Москва: Металлургия. 1977. — 272 с.
3. Агеенков, В. Г. К вопросу о ферритизации цинка / В. Г. Агеенков, Т. Г. Торопова // Цветные металлы. — 1976. — № 2. — с. 50–54
4. Гецкин, Л. С. Исследование и промышленное освоение гидрометаллургического способа переработки цинковых кеков / Л. С. Гецкин // Цветные металлы. — 1976. — № 2. — с. 17–19 с.
5. Снурников, А. П. Гидрометаллургия цинка / А. П. Снурников — Москва: Металлургия, 1981. — 384 с.
6. Теслицкая, В. М. Новое в переработке основных промпродуктов цинкэлектролитного производства за рубежом / В. М. Теслицкая, Константинов Т. Б. — Москва: Цветметинформация. 1974. — 110 с.
7. Andre, J. A. Production of Electrolytic Zinc at the Balen Plant of S. A. Vielle-Montagne / J. A. Andre, R. J. Delvaux // New York — 1970. — № 2. — с. 178–197
8. Набойченко, С. С. Автоклавная гидрометаллургия / С. С. Набойченко, Л. П. Ни, Я. М. Шнеерсон, Л. В. Чугаев, — Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2002. — 940 с.
9. Von Rapenack A. Hematite — the solution to a disposal problem — an example from the zinc industry / Iron Control in Hidrometallyrgy Ed. J. E. Dutrizac, A. J. Monhemius. Chchester: Ellis Horwood Limited. 1986–730–741 с.
10. Козлов, П. А. Вельц-процесс / П. А. Козлов — Москва: Руда и металлы, 2002. — 5–15 с.
11. Пат. 2170773 Российская Федерация, МПК C22B19/00. Способ переработки цинковых кеков: № 99121047: заявл 05.10.1999; опубл. 20.07.2001 / Казанбаев Л. А.; Козлов П. А.; Колесников А. В.; заявитель и патентообладатель: Акционерное общество открытого типа «Челябинский электролитный цинковый завод»
12. Alloys and compound. Науч. журнал./ a School of Chemical Engineering & Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou, 221116, Jiangsu, China. 2020 — URL — <https://sci-hub.im/10.1016/j.jallcom.2020.154920> (дата обращения 1.05.2020)
13. Journal Pre-proofs. Науч. журнал./ S. S. Behera, Subhendu K. Panda, D. Das, R. K. Mohapatra, H. I. Kim, J. Y. Lee, R. K. Jyothi, P. K. Parhi. 2020 — URL — sci-hub.im/10.1016/j.seppur.2020.116842 (дата обращения 12.05.2020)

Применение инструментов шесть сигма для оптимизации процесса отработки и настройки радиолокатора

Харитонов Александр Юрьевич, студент магистратуры

Высшая школа системного инжиниринга Московского физико-технического института (г. Долгопрудный)

Тришкин Павел Николаевич, главный конструктор

Радиотехнический институт имени академика А. Л. Минца (г. Москва)

Ключевые слова: настройка радиолокатора, DMAIC, обобщенный процесс отработки, жизненный цикл радиолокатора, процесс улучшения

Современные радиолокаторы представляют собой сложнейшие аппаратно-программные системы, решающие широкий спектр задач. Современные тенденции развития радиолокации требуют существенного улучшения тактико-технических характеристик радиолокатора. Не менее важным фактором, оказывающим влияние на процесс создания радиолокатора, является наличие постоянно ужесточаемых ресурс-

но-временных ограничений: современные радиолокаторы должны создаваться быстрее и за меньшие средства. Решение таких сложных задач в условиях жестких ресурсно-временных ограничений требует не только наличия высокого научно-технического потенциала, но и применения современных методов организации проведения работ, обеспечивающих их высокую эффективность и качество.

Проведенный анализ работ по созданию радиолокаторов показал, что одним из наиболее ресурсоемких в части участвующих высококвалифицированных инженерных специалистов (рис. 1) является этап отработки и настройки. На данном этапе жизненного цикла изделия необходимо провести настройку изготовленной аппаратуры, отладку программного обеспечения, комплексную отладку аппаратуры и программного обеспечения, отла-

ботку и наладку всего изделия в целом. Качество выполнения отладки и настройки радиолокатора во многом определяет сроки его создания и его качество. Не менее важной является зависимость стоимости ошибки от времени — чем на более позднем этапе жизненного цикла радиолокатора обнаружена ошибка, тем выше стоимость внесения изменений по ее устранению.

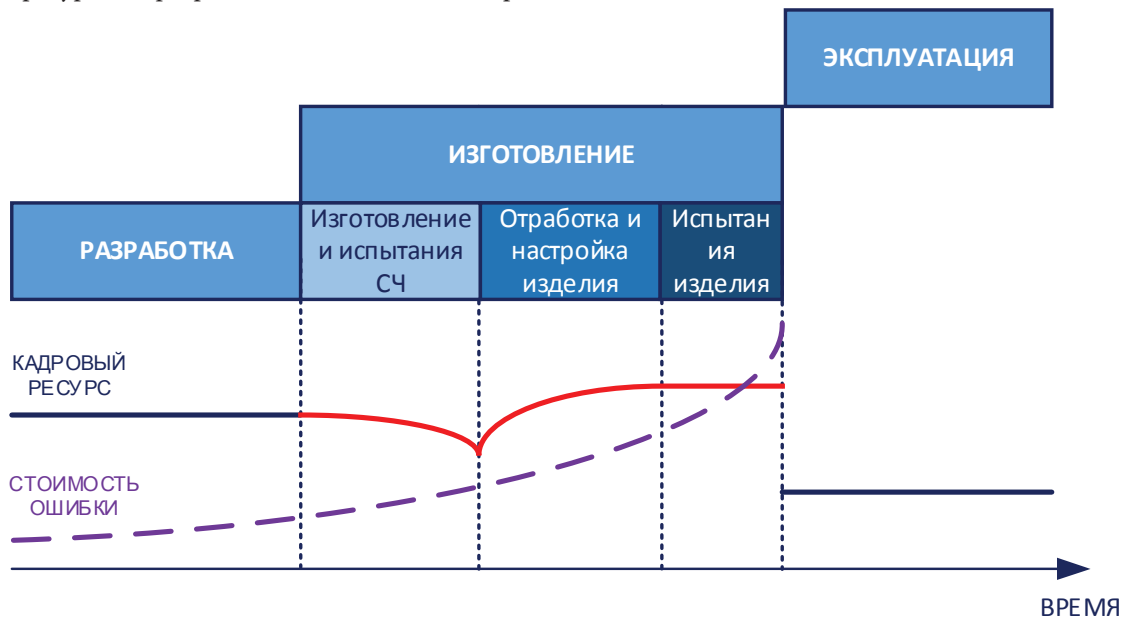


Рис. 1. Этапы жизненного цикла радиолокатора, потребность в кадровом ресурсе и кривая стоимости ошибки

В настоящее время существует множество методологий совершенствования бизнес-процессов: концептуальные (шесть сигма, бережливое производство) и инструментальные (SCOR анализ, бенчмаркинг). В настоящей статье рассмотрен инструментальный методологии шесть сигма для решения задачи оптимизации процесса отработки и настройки радиолокатора.

Одним из основных фундаментальных составляющих методологии 6 sigma является процесс улучшения DMAIC. Он заключается в формализованном последовательном анализе улучшаемого процесса кроссфункциональной командой. Четкая формализация стадий процесса обеспечивает структурированную оценку причин проблем и позволяет провести количественную оценку процесса с точки зрения полезных для потребителя свойств. Кроссфункциональность команды позволяет комплексно оценить проблему и значительно повысить вероятность нахождения оптимального решения. Процесс DMAIC состоит из следующих фаз:

- **Определение** (define) — установка границ и целей проекта;
- **Измерение** (measure) — анализ текущей версии процесса и определение его основных метрик;
- **Анализ** (analysis) — определение проблемных мест в текущем процессе;
- **Совершенствование** (improve) — подходы к решению проблемных мест в улучшаемом проекте;

— **Контроль** (control) — контроль внедрения и результатов улучшения.

Для эффективной оптимизации любого процесса необходимо четкое понимание о входах и выходах процесса, об основных участниках и его структуре. Именно для этого в фазе *определение* чаще всего применяется диаграмма SIPOC. Этот инструмент позволяет на верхнем уровне рассмотреть интересующий нас процесс — отработку и настройку радиолокатора (рис. 2). На диаграмме SIPOC приводятся: поставщики всего необходимого для выполнения процесса (supplier), необходимая для процесса информация и материалы (input), основные операции процесса (process), выход процесса (output) и потребители, заинтересованные в продукте процесса (customer).

Важной информацией, получаемой посредством диаграммы SIPOC является необходимость удовлетворить не только потребности заказчика (в том числе по соответствию требованиям ГОСТ и срокам проводимых работ), но и руководителя работ по стоимости. Таким образом, это инструмент позволяет определить и зафиксировать границы проекта и получить основные сведения о процессе и свойственные ему ограничения.

Одной из самых длительных и важных фаз процесса DMAIC является фаза *измерений*. Во многом именно качество данных этого этапа определяет эффективность оп-

ПОСТАВЩИК (supplier)	ВХОД (input)	ПРОЦЕСС (process)	ВЫХОД (output)	ПОТРЕБИТЕЛЬ (customer)
ТЕМАТИКИ РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММИСТЫ ПРОИЗВОДСТВО	АЛГОРИТМЫ ТРЕБОВАНИЯ ВЕРСИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АППАРАТУРА	АВТОНОМНАЯ ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА АППАРАТУРЕ ПРОВЕРКА РАБОТЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АППАРАТУРЫ ПРОВЕРКА ДОСТИГАЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	НАСТРОЕННЫЙ И ОТРАБОТАННЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС	ЗАКАЗЧИК ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР

Рис. 2. Диаграмма SIPOC для обобщенного процесса отработки и настройки радиолокатора

тимизации процесса. Методология шести сигм предоставляет большое количество инструментов, используемых именно в этой фазе. Однако, имея в виду, что основным предназначением методологии шести сигм является улучшение статичных производственных процессов, не все инструменты эффективны при анализе заведомо неопределенного процесса настройки и отработки.

В ходе фазы *измерение* необходимо детально описать оптимизируемый процесс, измерить его ключевые характеристики, определить фокусные направления улучшения процесса и выявить возможные причины неоптимальности текущей версии процесса.

Исходная точка фазы *измерение* — подробная блок-схема процесса, являющаяся одним из инструментов шести сигма. Блок-схема обобщенного процесса отработки и настройки радиолокатора представлена на рисунке 3. На ней показаны стадии процесса (настройка аппаратуры, автономная отладка ПО, комплексная отладка ПО и аппаратуры, отладка и настройка радиолокатора), подпроцессы, из которых они состоят, а также пути перехода между ними. Также необходимо определить параметр, определяющий эффективность процесса. В случае отладки и настройки радиолокатора таким ресурсом является трудозатраты при соблюдении требуемого качества и сроков проведения работ.

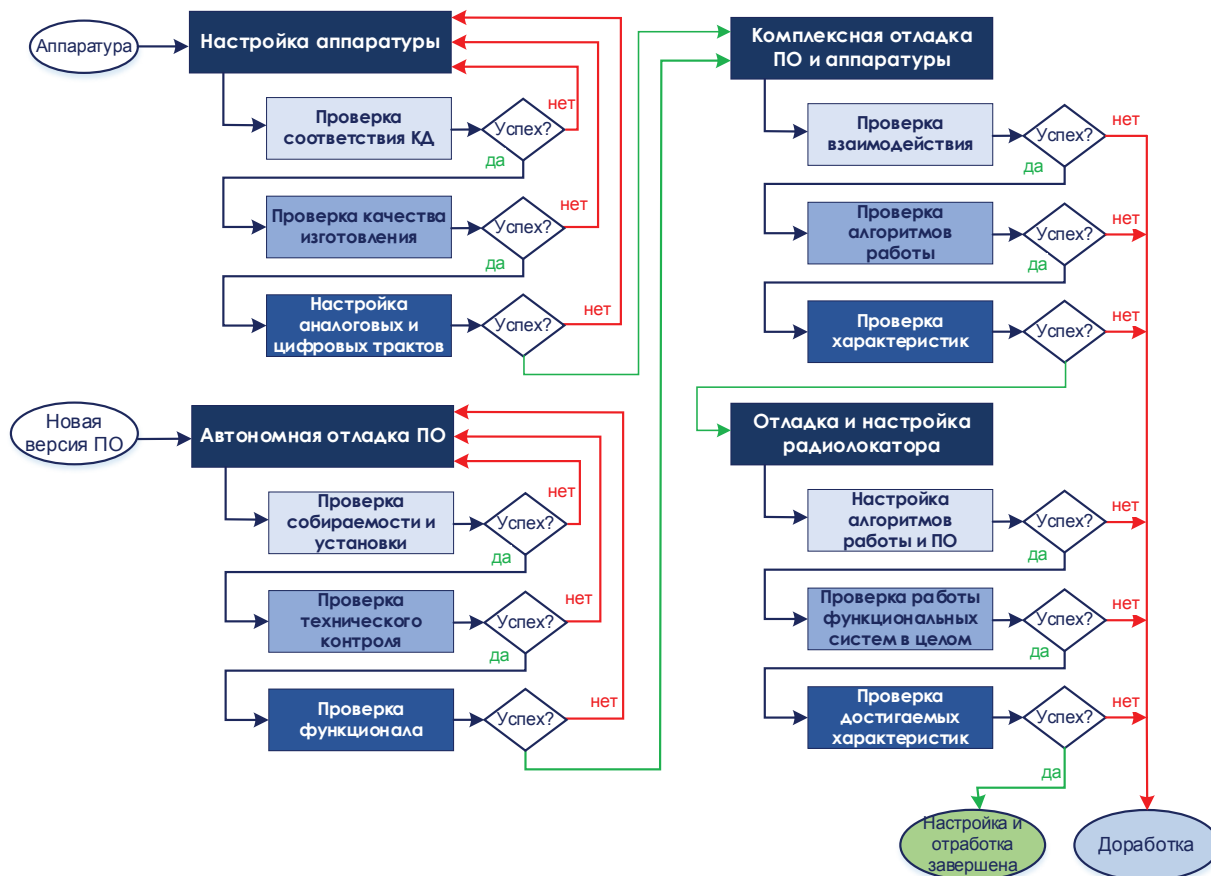


Рис. 3. Блок-схема обобщенного процесса отработки и настройки радиолокатора

Имея четкое представление об подпроцессах, составляющих процесс, и его оптимизируемой характеристике, целесообразно перейти к выбору фокуса улучшения. Эффективным инструментом для определения объекта улучшения является диаграмма Парето — гистограмма относительных вкладов операций в трудозатраты процесса. Входными данными для диаграммы Парето являются вклад каждого подпроцесса в трудозатраты всего про-

цесса. Согласно принципу Парето 80 % проблем объясняются 20 % причин. На рисунке 4 показан пример диаграммы Парето для обобщенного процесса отладки и настройки радиолокатора. С ее помощью определяются подпроцессы, которые в сумме занимают 80 % от трудозатрат всего процесса отработки и настройки радиолокатора. Именно на эти подпроцессы целесообразно сфокусироваться в следующей фазе *улучшение*.

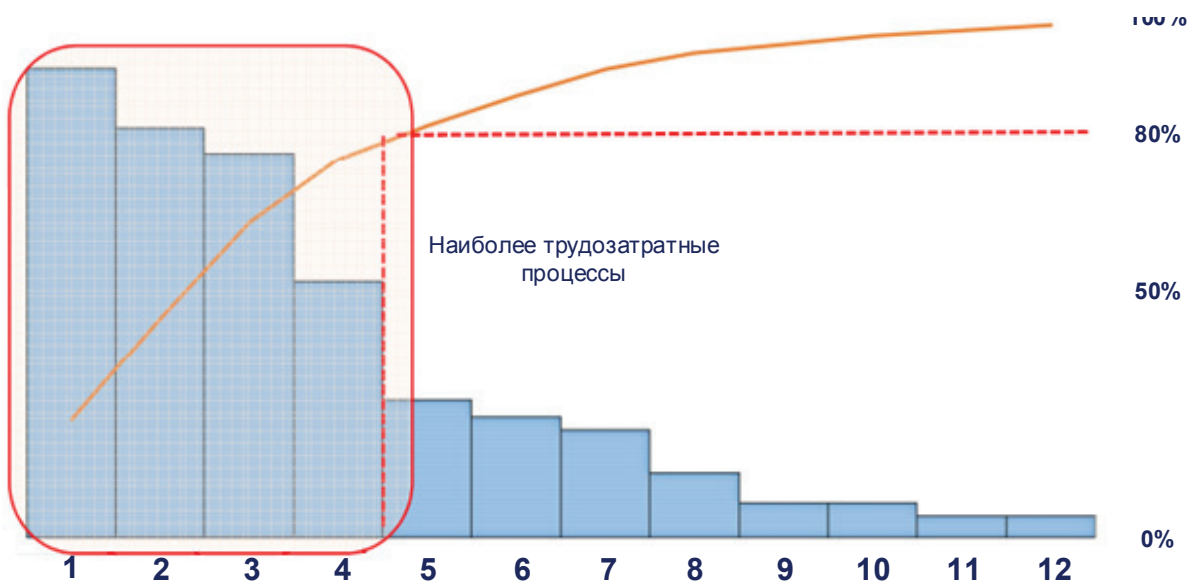


Рис. 4. Диаграмма Парето для обобщенного процесса отработки и настройки радиолокатора: 1 — проверка собираемости и установки, 2 — проверка технического контроля, 3 — проверка работы функциональных систем в целом, 4 — проверка достигаемых характеристик, 5 — проверка качества изготовления, 6 — проверка алгоритмов работы, 7 — проверка характеристик, 8 — проверка функционала, 9 — проверка алгоритмов работы ПО, 10 — настройка аналоговых и цифровых трактов, 11 — проверка взаимодействия, 12 — проверка соответствия КД

Фаза *улучшение* состоит из двух этапов: формирование идей и оценка их с целью определения оптимальных. Основным методом формирования идей для методологии шесть сигма является мозговой штурм. Его основная задача — формирование большого набора идей с применением как можно более разнообразного инструментария и подходов. Для эффективного проведения мозгового штурма необходимо наличие кроссфункциональной команды, обеспечивающую широту области возможных решений. Также команда должна придерживаться правил проведения мозгового штурма. В противном случае эффективность процесса становится минимальной.

Оценка вариантов улучшения эффективно проводить с точки зрения достигаемого эффекта и необходимых для реализации затрат. Конечным результатом чаще всего являются экономические показатели, такие как чистая приведенная стоимость проекта (NPV), внутренняя норма доходности (IRR) или срок окупаемости первоначальных инвестиций (PP).

В соответствии с подходом шесть сигма для успешного улучшения процесса необходимо обеспечить правильное

внедрение определенных в фазе *улучшение* решений. Фаза *контроль* решает две основные задачи: контроль внедрения улучшения и контроль основных метрик улучшенного процесса. Основными инструментами данной фазы являются методы проектного управления и методы контроля качества. Методология проектного управления охватывает: управление содержанием проекта, управление рисками, управление стоимостью, управление расписанием, управление заинтересованными сторонами, управление качеством, управление коммуникациями. Контроль качества должен обеспечивать сбор и анализ статистических параметров улучшенного процесса.

Описанный в настоящей статье подход к оптимизации процесса отработки и настройки является общим. Эта методология может применяться как для оптимизации других этапов жизненного цикла радиолокатора, так и для разработки произвольного сложного изделия.

Концепция шести сигма представляет собой целую систему менеджмента, направленную на постоянный процесс улучшения. Следование данной концепции подразумевает серьезные структурные изменения и наличие соответствующей бизнес-культуры в компании. Вне-

дрение методологии шести сигма в компании является сложным и долгим процессом, затрагивающим все уровни менеджмента, и потому применяемый нечасто. Однако, применение инструментария этой концепции позволяет

не только провести оптимизацию процессов в компании без структурных изменений в самой организации, но и сформировать у сотрудников мировоззрение постоянного улучшения бизнес-процессов.

Литература:

1. Джордж Майкл Бережливое производство + шесть сигм: Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства / Майкл Л. Джордж; Пер. с англ. — 3-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 360 с.
2. Панде, П., Холп Л. Что такое «шесть сигм»? Революционный метод управления качеством/ П. Панде, Л. Холп; Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. — 160 с.
3. С. Ф. Боев, А. П. Линкевичиус, А. С. Логовский, А. А. Рахманов, А. В. Тимошенко. Управление созданием и эксплуатацией радиолокационных систем дальнего обнаружения: монография/ С. Ф. Боев, А. П. Линкевичиус, А. С. Логовский, А. А. Рахманов, А. В. Тимошенко под ред. С. Ф. Боева. — Москва: Научная книга, 2019. — 424 с.
4. Бакуменко, Е. М. Основные направления развития системы менеджмента качества / Е. М. Бакуменко. — Текст: непосредственный // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. — 2011. — № 6(137).

Развитие сети АГНКС на основе определения площади доступности заправочной станции

Шацкая Людмила Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент;

Федоров Александр Алексеевич, студент магистратуры
Самарский государственный технический университет

Шайлин Равиль Ташбулатович, специалист-эксперт

Министерство строительства, жилищно-коммунального, дорожного хозяйства и транспорта (г. Оренбург)

В статье представлена: математическая модель развития сети АГНКС на основе определения площади доступности заправочных станций; расчетные параметры газозаправочной сети; способ определения предположительного места размещения АГНКС при неравномерном распределении потребителей по территории.

Ключевые слова: заправочная станция, доступность, обеспеченность, автотранспорт, сжатый природный газ, газомоторное топливо.

Введение

В настоящее время интенсивно внедряется в качестве моторного топлива для автотранспортных средств сжатый природный газ (КПГ). Однако, несмотря на увеличение объемов потребления газомоторного топлива (ГМТ), наблюдается инфраструктурная недостаточность, связанная с малым числом автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), позволяющая говорить об отсутствии инфраструктуры.

Если сравнивать ситуацию в России и странах, в которых КПГ получило наибольшее распространение, то относительно высокая обеспеченность АГНКС в России (около 300 автомобилей на одну станцию; для сравнения, в Пакистане — примерно 900 ТС, для Ирана этот показатель превышает 1800 ТС, в Италии — порядка 800 ТС) нивелируется значительной «разреженностью» сети и ее неоптимальным с точки зрения потенциального сбыта расположением [1].

В подобных условиях могут развиваться только нишевые потребители: автотранспорт коммунальных служб, городской транспорт и локальные грузоперевозки [2]. При этом увеличение инфраструктурного присутствия АГНКС в регионах затруднено из-за взаимовлияния ограничивающих факторов:

- высокая стоимость строительства стационарной АГНКС, которая в отличие от автозаправочной и автогазозаправочной станции (АЗС и АГЗС) включает в себя дополнительные газоподготовительный и компрессорный блок;
- возможность проведения технологического подключения к магистральному газопроводу или газораспределительным сетям (ГРС) населенного пункта. Следует отметить, что подключенное компрессорное оборудование может вызвать изменение рабочих параметров ГРС;
- низкий уровень газификации транспорта, вследствие чего строительство новой АГНКС вызовет снижение загрузки на действующей.

Для развития сети АГНКС, в условиях действия вышеперечисленных факторов, требуется разработка соответствующей математической модели, за счёт которой станет возможным определение достаточности инфраструктурного присутствия в регионе.

Математическая модель развития сети АГНКС

Каждая заправочная сеть, ограниченная периметром региона, административного района и т. д. характеризуется производственной мощностью присутствия заправочной инфраструктуры, а именно количеством заправочных пунктов и количеством постов обслуживания (топливораздаточных колонок). При этом, как правило, нормы обеспеченности не всегда устанавливают требования по территориальному покрытию потребителей объектами инфраструктуры. Отсутствие данных требований приводит к возникновению дефицита или, наоборот, избыточной плотности объектов обслуживания. Данной ситуации способствует установившаяся форма развития газозаправочной инфраструктуры такая как развитие по растущему спросу. Эта форма является в значительной степени инертной и зависимой от сформированных внешних условий, таких как интересы бизнеса (риски вложений), недостаточный опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей (сомнения в надежности газобаллонной техники) и разреженность сети АГНКС вдоль основных магистральных автотранспортных путей.

Поэтому, чтобы преодолеть установившуюся инертность в развитии и расширении сети АГНКС требуется разработать соответствующее математическое обоснование (модель), позволяющее определять потребность в развитии газозаправочной сети в условиях города, административного района, региона и т. д. В соответствии с выше сказанным формируемая модель должна описывать стремление заправочной сети покрыть рассматриваемую территорию, с соблюдением условия достаточности заправочной производительности для потребителей:

$$\sum S_{i \text{ д.с.}} \rightarrow S_{\text{тер.}}, \text{ км}^2 \text{ при } \frac{N_{\text{тс}}}{N_{\text{пост запр.}}} \rightarrow N_{\text{тс/к}}, \text{ ед.} \quad (1)$$

где $S_{i \text{ д.с.}}$ — площадь доступности заправочной станции, км²;

$S_{\text{тер.}}$ — площадь территории, рассматриваемой для размещения заправочной сети, км²;

$N_{\text{тс}}$ — количество единиц автомобилей, размещенных на рассматриваемой территории, авто;

$N_{\text{пост запр.}}$ — количество заправочных постов в системе газозаправочных станций, ед.;

$N_{\text{тс/к}}$ — установленная норма количества потребителей, приходящихся на одну заправочную колонку, ед.

Для уточнения формата мероприятий по развитию сети АГНКС (строительство новой станции, увеличение заправочной производительности действующей АГНКС, определение места для строительства АГНКС), приведем расчетные параметры газозаправочной сети.

Расчетные параметры газозаправочной сети

Градостроительные нормы проектирования регламентируют минимальные расчетные показатели присутствия объектов обслуживания и их доступность, обеспечивающих благоприятные условия жизнедеятельности человека. Для автомобильных заправочных станций, доступность измеряется радиусом пешеходной доступности, т. е. в минутах движения пешехода, а обеспеченность — в количестве автомобилей, обслуживаемых одной заправочной колонкой.

Соответственно, для определения количественных показателей инфраструктурного присутствия газозаправочного комплекса на выбранной территории, требуется на основе градостроительных норм установить площадь доступности заправочной станции. При этом, следует отметить, что количество заправочных колонок, установленных в пределах одной заправочной станции, определяют только пропускную способность станции, но на размеры площади доступности не оказывают существенного влияния. Таким образом, количество автомобилей, приходящихся на одну заправочную колонку, как указано в нормах градостроительного проектирования, будет так же количественно соотноситься с одной заправочной станцией.

С учетом выше установленной объектной совокупности (колонка — заправочная станция) расчет площади доступности заправочной станции будет производиться по следующей формуле:

$$S_{i \text{ д.с.}} = S_{\text{тер.}} \cdot k_{\text{прив.}} \cdot \frac{N_{\text{тс/с}}}{N_{\text{тс}}} \cdot \left(\frac{V_{\text{экспл.}}}{V_{\text{пеш.}}} \right)^2, \text{ км}^2 \quad (2)$$

где $k_{\text{прив.}}$ — коэффициент, учитывающий разницу плотности дорожной сети в населенном пункте и за его пределами;

$N_{\text{тс/с}}$ — установленная норма количества потребителей, располагающихся в пределах площади доступности одной АГНКС, ед.;

$V_{\text{экспл.}}$ — средняя скорость движения транспортных средств по дорогам, исследуемой территории, км/ч;

$V_{\text{пеш.}}$ — средняя скорость движения пешеходов, км/ч.

В нормах градостроительного проектирования значения обеспеченности объектами инфраструктуры указаны, как правило, только для населенных пунктов. Для того, чтобы определить обеспеченность объектами дорожной инфраструктуры, размещаемых за пределами населенных пунктов, предлагается применять коэффициент $k_{прив.}$, который позволяет учесть разреженность дорожной сети:

$$k_{прив.} = \frac{L_{вне.} / L_{н.п.}}{S_{вне.} / S_{н.п.}} \quad (3)$$

где $L_{н.п.}$ — протяженность дорожной сети с твердым покрытием в населенном пункте, км;
 $S_{н.п.}$ — площадь территории населенного пункта, км²;
 $L_{вне.}$ — протяженность дорожной сети в административном районе, в котором располагается населенный пункт, км;
 $S_{н.п.}$ — площадь административного района, региона, км².

Для городов коэффициент $k_{прив.}$ принимает значение равное единице.

Полученное значение $S_{д.с.}$ позволяет определить среднее количество заправочных постов на одной станции, при учете различий в способах заправки транспортных средств на АЗС и АГНКС:

$$\bar{N}_{пост}^{КПГ} = \frac{N_{тс}^{КПГ} \cdot S_{д.с.} \cdot W_{АЗС}}{N_{тс/с} \cdot S_{тер.} \cdot W_{АГНКС}}, \text{ пост} \quad (4)$$

где $\bar{N}_{пост}^{КПГ}$ — среднее количество постов заправки на заправочной станции, пост;

$N_{тс}^{КПГ}$ — количество единиц транспорта, работающих на КПГ, ед.;

$W_{АЗС}$ — часовая пропускная способность заправочного поста АЗС, ед./час;

$W_{АГНКС}$ — часовая пропускная способность заправочного поста АГНКС, ед./час.

Формализовав расчетные параметры газозаправочной сети, становится возможным уточнение производительности всех станций, за счёт распределения потребителей по площадям доступности АГНКС. В связи с тем, что потребители компримированного газа не равномерно распределены в пределах исследуемой территории, то производится размещение заправочных станций с учётом наибольшего охвата пунктов расположения опорных потребителей [3, 4], как представлено на рисунке 1.

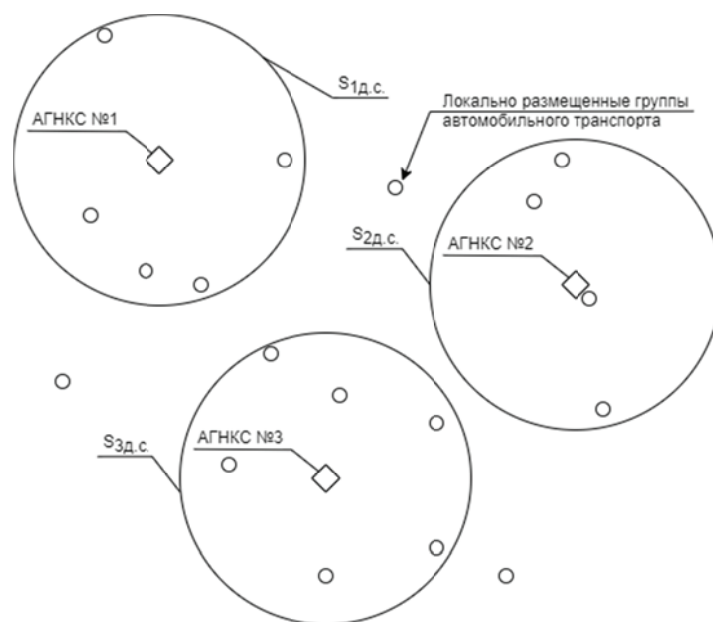


Рис.1. Графическое представление распределение локальных групп потребителей по проектируемым заправочным станциям

В зависимости от количества единиц транспорта, в составе групп потребителей, включенных в площадь доступности, определяется количество постов на отдельно взятой заправочной станции:

$$N_{i \text{ ст.пост}}^{КПГ} = \frac{N_{пост}^{КПГ} \cdot N_{i \text{ ст.опор}} \cdot S_{тер.}}{N_{общ.опор} \cdot S_{д.с.}}, \text{ пост} \quad (5)$$

где $N_{i \text{ ст.пост}}^{КПГ}$ — количество заправочных постов на i-ой заправочной станции, пост;

$N_{i \text{ ст.опор}}$ — количество единиц транспорта, входящих в состав опорных потребителей, с пунктом дислокации в площади доступности определенной заправочной станции, авто;

$N_{\text{общ.опор}}$ — общее количество единиц транспорта, входящих в состав опорных потребителей, авто.

В случаях, когда величина площади доступности станции $S_{\text{д.с.}} \geq S_{\text{тер.}}$, то расчет $N_{i \text{ ст.пост}}^{\text{КПГ}}$ проводится по формуле (4).

Полученные расчетные данные по каждой проектируемой заправочной станции $N_{i \text{ ст.пост}}^{\text{КПГ}}$ позволяют планировать процесс развития заправочной сети.

Заключение

В условиях сложившейся тенденции роста применения газомоторного топлива на автомобильном транспорте, представленные в статье решения позволят определять достаточность инфраструктурного присутствия заправочной сети АГНКС в пределах исследуемой территории, а также развивать заправочную сеть без возникновения дефицита и избыточности производительности газозаправочного комплекса. В свою очередь применение представленного подхода позволит не снижать динамику перехода на экологичный и экономичный вид топлива, из-за отсутствия доступных заправочных станций.

Литература:

1. Рынок КПГ: мировой опыт развития и уроки для России. — Текст: электронный // Журнал-презентация компании EY: [сайт]. — URL: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/ru_ru/topics/oil-and-gas/ey-cng-market-world-development-experience-and-lessons-for-russia.pdf.
2. Вельниковский, А. А. Методика обоснования региональной инфраструктуры автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (на примере Санкт-Петербурга): специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Вельниковский Анатолий Анатольевич; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». — Санкт-Петербург, 2019. — 216 с.
3. Бондаренко, Е. В. Структурно-функциональное моделирование системы обеспечения газомоторным топливом / Е. В. Бондаренко, Р. Т. Шайлин, А. А. Филиппов. — Текст: непосредственный // Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах». — Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. — с. 56–63.
4. Толстых, М. А. Модель обеспечения городского пассажирского транспорта газовым моторным топливом / М. А. Толстых. — Текст: непосредственный // Управление качеством в транспортной и социальной сферах: Сборник научных трудов студентов. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. — с. 64–67.

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Современное состояние системы городского пространства для маломобильных групп населения

Дробченко Наталья Валерьевна, кандидат архитектуры;

Кулдашев Шахбоз Дильшодович, студент магистратуры

Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт имени М. Улугбека (Узбекистан)

В статье рассматривается городское пространство для передвижения инвалидов-колясочников, даны рекомендации для улучшения способов передвижения.

Ключевые слова: инвалиды, проезжая часть, городское пространство, пандусы, подъёмники, кресло-коляски, пешеходный путь, доступность.

*...кто-то кудрявый, а кто-то лысый, кто-то ходит, а кто-то передвигается на коляске
(выдержка из проекта «Открытая планета»)*

Задача по обеспечению беспрепятственного доступа к объектам инженерной, транспортной, социальной и информационной инфраструктур остаётся одной из сложных. Проблемы, с которыми приходится сталкиваться людям с инвалидностью не даёт им возможность реализовать себя, воспользоваться в полной мере правом на здравоохранение, социальную защиту, образование, труд, досуг. Сегодня в нашей стране многое делается для обеспечения беспрепятственного доступа инвалидов к социально-значимым объектам. Обеспечение доступной среды для маломобильных групп населения является одним из приоритетных направлений государственной политики. По словам президента Ш. М. Мирзиёева [1] вопрос создания условий для полноценной жизни нуждающимся в помощи людям и, в первую очередь, людям с ограниченными физическими возможностями всегда находится в центре внимания, усовершенствуется система господдержки лиц с инвалидностью, был принят соответствующий указ, благодаря которому такие люди получили новые льготы и возможности. При этом Ш. М. Мирзиёев поставил и новые задачи для дальнейшего оказания поддержки людям с инвалидностью. В этой сфере, как пояснил президент, необходимо обеспечить эффективную работу создаваемого при Министерстве здравоохранения Фонда по поддержке лиц с инвалидностью. С этой стороны вопроса оказывается колоссальная поддержка. Но что касается городской среды, многие стороны этого вопроса до конца не усовершенствованы. В принятом законе [2] о социальной защищённости инвалидов в Республике Узбекистан, под статьёй 9 (Учет потребностей инвалидов при

проектировании и строительстве объектов социальной инфраструктуры) написано: проектирование и застройка населённых пунктов, формирование жилых районов, разработка проектных решений, строительство и реконструкция зданий, сооружений, включая аэропорты, железнодорожные вокзалы, автостанции, речные порты, спорткомплексы, объекты просвещения и культуры, коммуникации, а также разработка и производство транспортных средств, в том числе индивидуальных, средств связи и информации без приспособления этих объектов и средств для доступа и использования инвалидами не допускаются. Проекты соответствующих объектов должны быть согласованы с общественными организациями инвалидов. Создание условий для инвалидов является неотъемлемой частью проектов. Проектирование и строительство объектов для инвалидов осуществляются в приоритетном порядке. Однако воплощение этих норм в жизнь, сталкивается с рядом объективных сложностей. Проведя социологический опрос, среди жителей города Самарканда, было установлено мнение 100 резидентов. Среди наиболее актуальных проблем инвалидов-колясочников 60 % участников анкетирования отметили трудности, которые эти люди испытывают при выходе из дома, 25 % — неправильные пандусы и переходы, 10 % отметили трудности передвижения по городу и 5 % отметили недостаток общения и досуга, мест отдыха (Рис. 1).

Инвалидам не всегда удаётся самостоятельно перемещаться в современном городском пространстве. Не все имеющиеся в городе пандусы соответствуют нормативному стандарту по углу наклона.



Рис. 1. Актуальные проблемы в процентном соотношении

Многий городской транспорт не адаптирован под инвалидов-колясочников и людей с ограниченной возможностью передвижения. Существуют проблемы при переходе улицы на светофоре — мало звуковых сигналов и дублирующих светофоров на более низком уровне, чтобы можно было увидеть смену запрещающего на разрешающий знак с высоты инвалидной коляски.

Тем, кто ограничен в движении, не всегда имеется доступ к культурному просвещению и отдыху — для них необходимо адаптировать театры и кинозалы, библиотеки и музеи, объекты истории и наследия.

Самарканд красивый исторический город с богатым архитектурным наследием. Принятый Указ Президента Республики Узбекистан — О мерах по дальнейшему развитию сферы туризма в Республике Узбекистан предполагает развитие туристской инфраструктуры и формирование доступной и комфортной туристской среды; развитие внутреннего туризма, обеспечивающего стимулирование активности субъектов туристской деятельности, ориентированных на удовлетворение потребностей в туристских услугах внутри республики; продвижение туристского продукта Республики Узбекистан на международном и внутреннем туристских рынках, укрепление имиджа страны как безопасной для путешествия и отдыха; если говорить об людях с ограниченными возможностями, а именно об инвалидах-колясочниках, посещение исторических объектов очень затруднено. Сейчас в мире много туристических маршрутов организовано для инвалидов-колясочников. Для них обустроены отели, передвижные пандусы, спуски к воде и т. д. Путешествие стало возможным и люди не чувствуют себя изолированными от общества. На наш взгляд, необходимость продуманного туристического маршрута для таких людей, было бы очень востребованным. В Самарканде имеются гостиницы, в которых комфортно разместятся люди в колясках, однако их не так много. Хотелось бы, чтобы ка-

ждая гостиница была готова принять туристов с ограниченными возможностями.

В рамках современной программы, по улицам устанавливаются комфортные биотуалеты [3]. Главное достоинство и отличие биообъектов от других в том, что они не требуют подвода канализации и системы водоснабжения и работают в закрытом цикле таким образом, что переработка нечистот происходит внутри конструкции самой кабины. Однако хотелось бы, чтобы отдельная кабинка была организована для инвалидов-колясочников. Размеры туалета играют очень важную роль. Также есть некоторые особенности, а именно (Рис. 2) [4].

Доступ в такие места можно организовать с помощью электронных карт, которые бы выдавались в инвалидных обществах.

Необходимо помнить, что инвалиды не получают удовольствия от того, что им во всем помогают или они проводят время дома. Они не желают быть обузой. Мы должны постараться создать им все необходимые условия, чтобы дать почувствовать себя хоть частично самостоятельным. Это касается как обустройства санузла, так и всех других объектов городской среды.

Степень цивилизованности страны оценивается по ее отношению к инвалидам, поэтому в городском пространстве люди с ограниченными возможностями должны чувствовать себя уверенно и защищенно. Для этой категории, самым важным элементом является обеспечение зоны доступа в вертикальной плоскости. Необходимо обращать внимание на отсутствие порогов, на соблюдение нормативов продольных и поперечных уклонов, на ширину проёмов, на наличие специальных разворотных зон. Таким образом, всё, что помогает и способствует передвижению по вертикальным путям движения, можно отнести к средствам обеспечения доступности для людей на креслах-колясках: пандусы различных модификаций, как стационарные, так и переносные; лифты; подъёмники различных модификаций, вертикального и наклонного перемещения;

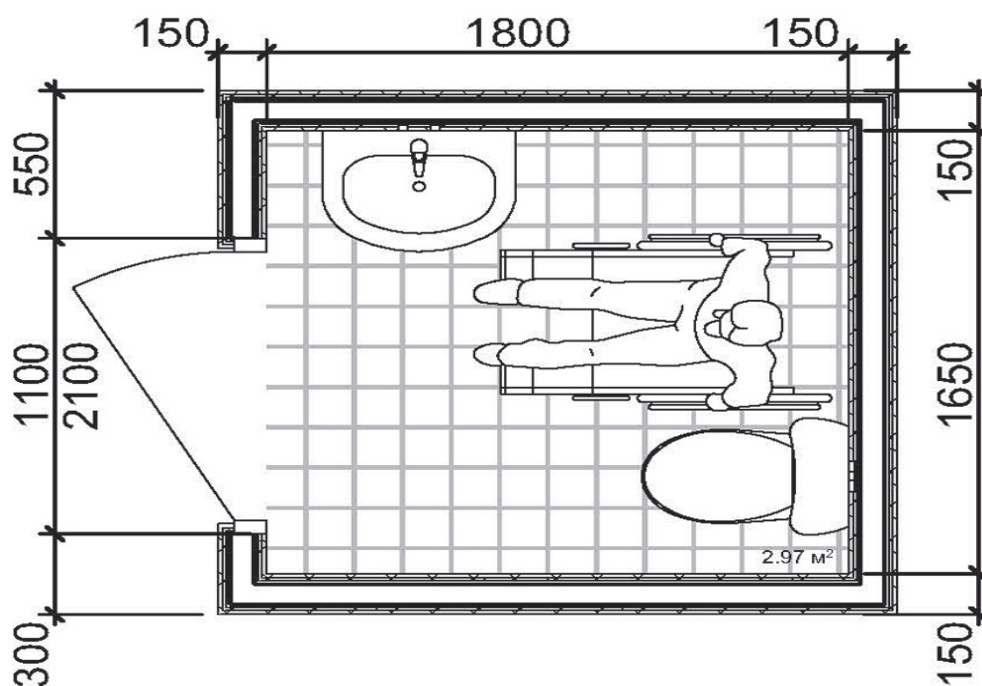


Рис. 2. План туалета стандартных размеров для людей с ограниченными возможностями

лестницы-трансформеры и т. д. Поверхность пешеходных путей, предназначенных для передвижения инвалидов, должна быть ровная, без швов и нескользкая, в том числе при увлажнении. Имеющиеся на пути небольшие перепады уровней должны быть сглажены. Покрытие пешеходных дорожек, тротуаров, съездов, пандусов и лестниц должно быть из твердых материалов, ровным, не создающим вибрацию при движении по нему. Покрытие из бетонных плит или брусчатки должно иметь толщину швов между элементами не более 0,01 м. Покрытие из рыхлых материалов, в том числе песка и гравия, не допускаются. Ширина пешеходного пути с учетом встречного движения инвалидов на креслах-колясках должна быть не менее 2,0 м. В условиях застройки в затесненных местах допускается в пределах прямой видимости снижать ширину пешеходного пути движения до 1,2 м. При этом следует устраивать не более чем через каждые 25 м горизонтальные площадки (карманы) размером не менее 2,0 x 1,8 м для обеспечения возможности разезда инвалидов на креслах-колясках. На перекрестках места сопряжения тротуаров с проезжей частью необходимо выровнять по отметкам. Может быть, места сопряженные с проезжей частью выделить цветом, для большей уверенности и тем

самым подстраховать движущую коляску, а дорожки обозначить разметкой и знаками. На оживленных улицах установить светофоры вызывного типа и цифровой индикацией. Посадочные площадки некоторого общественного транспорта поднять до уровня пола салона, куда можно въехать на коляске. Остановки оборудовать электронными табло, информирующими о времени прибытия каждого маршрута. В местах изменения уклонов необходимо устанавливать искусственное освещение не менее 100 лк на уровне поверхности пешеходного пути.

Наша главная задача — учесть все элементы пространства для всех категорий инвалидов и остальных граждан и расположить их таким образом, чтобы приспособивая пространство под одну категорию, не создавать дополнительные помехи для остальных.

В заключение, хотим еще раз отметить: можно сколько угодно приспособивая окружающее пространство под нужды людей с инвалидностью, принимать всё новые и новые законы, ужесточать требования по их исполнению, но... Всё это так и останется в категории права. Это не станет работать без нашего с вами участия, без подключения к процессу так называемого человеческого фактора.

Литература:

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 05.01.2019 г.
2. Закон Республики Узбекистан о социальной защищенности инвалидов в Республике Узбекистан
3. [www/ Podrobno. Uz](http://www.Podrobno.Uz) / В Ташкенте появились общественные туалеты с wi-fi.
4. [www/remoo.ru / razmer tualeta](http://www/remoo.ru/razmer_tualeta)

К проблемам обеспечения пожарной безопасности зданий

Козлов Максим Владимирович, студент
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются основные аспекты пожарной безопасности. Приводятся конкретные примеры наиболее громких пожаров последнего времени и перечисляются причины, вызвавшие их. Особое внимание уделено проблеме приспособления зданий под современные нужды, а также применению строительных материалов, не отвечающим требованиям пожарной безопасности (на примере пенополистирола).

Ключевые слова: *пожарная безопасность, реконструкция, причины пожара, распространение огня, образования дыма, пенополистирол.*

Несомненно, обеспечение соблюдения требований пожарной безопасности на этапах проектирования, строительства и эксплуатации является одной из краеугольных проблем современной России. В этой связи требуется мониторинг причин возгорания, чтобы на основе их анализа можно было вносить соответствующие изменения в нормативно-правовые акты и проектные решения с целью предупреждения и сокращения ущерба от их последствий. Статистика пожаров в Российской Федерации за 2014–2018 г. г. зафиксировала, что количество смертельных исходов составило более 79 тысяч человеческих жизней. В этот трагический список, конечно, вошли все пожары, начиная от автомобильных аварий, заканчивая пожарами в селах и деревнях, но цифры жертв, действительно, не мала.

Рассмотрим ряд самых серьезных («знаковых») пожаров, которые были широко освещены в региональных и федеральных средствах массовой информации и привели к большим человеческим жертвам и крупными экономическим потерям и были вызваны рядом взаимосвязанных причин и невыполнением действующих норм.

Одним из примеров, яркого нарушения требований безопасности зданий и сооружений, включая ведение ремонтных работ, является пожар в ТЦ «Адмирал» (г. Казань), жертвами которого стало 19 человек, около 70 получили травмы различной степени тяжести [2]. В результате воздействия высоких температур часть конструкций обрушилась, в связи с чем задние было признано аварийным и принудительно было демонтировано, так как представлялась угроза для спасателей. По результатам экспертизы было определено, что пожар произошел вследствие нарушения технологии ведения работ при ремонте кровельного покрытия с использованием открытых источников огня. Во время прогрева гидроизоляционных материалов загорелись кровельные сэндвич-панели, что вызвало быстрое его распространение. Часть несущих металлоконструкций не соответствовала требованиям действующей в то время версии СП 2.13130.2012, из-за чего быстро потеряли несущую способность вследствие температурных деформаций, что привело к частичному обрушению зданий. Также было определено, что само здание ТЦ «Адмирал» не было пригодно для эксплуатации в качестве торгового комплекса, не имело соответствующего разрешения и экс-

плуатировалось, не отвечая требованиям пожарной безопасности. Последняя причина, почти всегда дополняет или является основной в хронике крупных пожаров общественных зданий и сооружений. Это объясняется большим процентом переоборудования зданий и помещений под новые коммерческие нужды. Очевидно, что при таких перепланировках затруднительно или практически невозможно учесть все требования нормативных документов, таких как СП 118.13330.2012 и СП 2.13130.2020. Сложность возникает еще при проектировании изменений планировки под новые коммерческие цели. Зачастую легче построить новое здание или вовсе понести штрафы и «договориться» о дальнейшей эксплуатации с нарушениями, чем переоборудовать и перестраивать.

Стоит отметить, что большую часть зданий и сооружений XX века сейчас очень сложно реконструировать под современные нужды, учитывая при этом актуальные нормы обеспечения пожарной безопасности, хотя количество таких действующих построек, которые переводят в рынки и торговые центры, очень велико. В том числе, в некоторых случаях стоимость планируемых демонтажно-монтажных работ, если они возможны по техническим условиям конструкций, столь дорога, что для предпринимателей легче и дешевле найти ухищрения для сохранения работоспособности зданий и помещений с несоблюдением некоторых правил пожарной безопасности.

Одним из примеров такого состояния дел с недобросовестной эксплуатацией здания, был ТЦ «Адмирал». Бывшее производственное помещение после ряда процедур было переведено в статус торгового центра, разбито на маленькие площади для сдачи под коммерческие нужды. Несоответствие нормам по пределу огнестойкости некоторых конструкций, отсутствие планировочных решений, которые бы соответствовали уже актуальной для того времени редакции СП 118.13330, неисправность оборудования систем оповещения о пожаре — все это затрудняло эвакуацию людей, сделало невозможным своевременное реагирование пожарно-спасательной службы. После трагедии оказалось, что контролирующие органы имели информацию о столь существенных нарушениях пожарных норм, в том числе несоответствие планировочных решений здания. Однако до пожара ТЦ работало уже два года.

Схожие причины и цепочки событий, как при пожаре в ТЦ «Адмирал», ищут при расследовании в деле о трагедии 25 марта 2018 года, когда днем (по московскому времени) в Кемерово произошло возгорание в ТРЦ «Зимняя вишня». Ликвидация пожара торгового центра заняла более суток, унесла 64 жизни, а количество пострадавших составило более 50 человек. Как и в случае трагедии 2015 года, торгово-развлекательный центр был перепланирован в коммерчески-торговое помещение из здания «Кемеровского кондитерского комбината», 1968 года постройки. Точные причины возгорания еще устанавливают, среди множества версий. Было найдено большое количество нарушений пожарной безопасности. Отключенные системы пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения и дымоудаления, заблокированные пожарные выходы. Очевидно, что обнаружилось множество нарушений строительных норм безопасности общественных зданий. Переоборудовать двухэтажное здание старой фабрики в четырехэтажный торгово-развлекательный центр с выполнением всех норм и стандартов пожарной безопасности очень сложно и финансово накладно. Впоследствии оказалось, что здание ТРЦ «Зимняя вишня» эксплуатировалось с существенными нарушениями требований планировки по пожарной безопасности. В частности, нарушение требований по расстоянию до эвакуационного выхода, количеству эвакуационных выходов, расположение зала кинотеатра на четвертом этаже в разрез нормам по СП 118.13330 [2, 3].

Помимо частого несоблюдения норм при планировочных решениях, высокую роль в пожарной безопасности играют применяемые строительные материалы. Примером трагедий, где используемый материал отделки привел к большим человеческим жертвам, является один из самых резонансных пожаров, произошедший 5 декабря 2009 года в Перми в ночном клубе «Хромая лошадь», где одновременно находилось около 300 человек. Причиной случившегося стало нарушение техники безопасности при работе с пиротехническими средствами в закрытом помещении. Результат — сразу погибло 111 человек, а спустя несколько дней в больницах скончались еще 45, 64 человека получили тяжкий вред здоровью. А спровоцировало развитие такого негативного сценария наличие в помещении легко возгораемых материалов, непродуманность решений путей эвакуации. Стены ночного клуба были покрыты пенопластом, данный синтетический материал, хоть и разрешен к использованию в строительстве, но уже тогда имел ряд рекомендаций к эксплуатации в зданиях и сооружениях, из-за его высокой пожароопасности.

Особо стоит обратить внимание на то, что вокруг такого материала, как пенопласт (пенополистирол), который сейчас широко используется в качестве тепло-

изоляции, сложилась неоднозначная ситуация, ведутся серьезные споры, предлагаются аргументы «за» (со стороны изготовителей) и «против» (со стороны научного сообщества и практиков). Его широкое использование вызвано большим количеством производств и агрессивной маркетинговой кампанией по их продвижению. Но многие компании и эксперты, подтверждали его способность к быстрому воспламенению, и доказывали негативное влияние материала на скорость распространения огня из-за высокой теплоты горения. Так, исследовательскими центрами, в том числе ФГУ ВНИИПО МЧС, доказано, что при нагревании до относительно низкой для пожара температуры в 400°C, происходит деполимеризация пенополистирола с выделением огромного объема токсичного дыма, что свидетельствует об высокой опасности этого материала для отделки и теплоизоляции. Неоднократно данный материал выносили на рассмотрение для запрета, но в настоящее время существуют только ограничительные рекомендации по его использованию [1].

Пожары возникают по множеству различных причин и распространяется при сочетании множества факторов. Соблюдение норм пожарной безопасности помогает не допускать пожаров или человеческих жертв, если возгорание все-таки произошло. Часто роковую роль играет халатность или желание получить наибольшую выгоду через использование дешевых материалов и применение неполноценной перепланировкой здания. В итоге совокупность различных факторов приводит к трагедии.

Каждый год в нашей стране гибнет более десяти тысяч человек и столько же получают травмы. Сократить данную статистику можно повышением правил надзора и степени ответственности лиц. А также приведением всего спектра нормативно-правовых актов к единому документу, который не позволит находить лазейки и эксплуатировать здания и сооружения без должных решений по пожарной безопасности. Необходимо обратить внимание на то, что до сих пор не разработано сводного документа, который запрещает или разрешает (ограниченно или в полном объеме) использование тех или иных материалов для строительства. Пример с полистирольным пенопластом, показывает несовершенство принятых правил по использованию материалов высокой степени горючести, а также примером, когда разрешение на использование материала диктуется выгодой от его использования, но не действительными фактами. Так или иначе, пожарная безопасность зданий и сооружений, это комплекс мероприятий, которые начинаются с проектирования и продолжаются на всем сроке эксплуатации, а значит, что подход к обеспечению безопасности и ее контролю тоже должен быть комплексным, системным и плановым.

Литература:

1. Гуюмджян, П. П., Коканин С. В., Пискунов А. А. О пожароопасности полистирольных пенопластов строительного назначения // Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 8. с. 4–8.

2. Пахомов, С. И., Наумов А. В. К вопросу о тушении пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в торговых предприятиях на примере торгового комплекса «Вернисаж» // Сб. материалов Всеросс. научно-практической конференции «Актуальные вопросы пожаротушения». 2019. с. 100–110.
3. Теличенко, В. И., Ройтман В. М. Анализ причин и последствий крупных чрезвычайных ситуаций с целью обеспечения комплексной безопасности зданий и сооружений // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 1. с. 72–84.

Вибродинамические испытания ограждающих конструкций — сэндвич-блоков фасадных VIMA-SBF

Омаров Жасулан Аманжолович, кандидат технических наук, заведующий сектором исследований сейсмоизолирующих систем
АО «Казахский научно-исследовательский и проектный институт» (г. Алматы)

Базаркулова Диана Мергеновна, студент магистратуры;
Момынбек Бакдаулет Нурбетулы, студент магистратуры
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (г. Алматы)

Основной целью научно-исследовательской работы является проверка возможности применения ограждающих трехслойных «сэндвич-блоков VIMA-SBF», изготавливаемых ТОО «ВИМА», для выполнения наружных навесных (ненесущих) стен зданий, возводимых в районах с высокой сейсмичностью.

В задачи проведенных исследований входило;

- а) изучение особенностей работы и прочности «сэндвич-блоков VIMA-SBF» при действии на них (в плоскости и из плоскости) нагрузок типа сейсмических;
- б) проверка работоспособности соединений между «сэндвич-блоков VIMA-SBF» и несущими конструкциями зданий.
- в) выявление целесообразной области применения фибробетонных «сэндвич-блоков VIMA-SBF» в сейсмостойком строительстве.

Трехслойные «сэндвич-блоки VIMA-SBF», предлагаемые ТОО «ВИМА», до настоящего времени в практике сейсмостойкого строительства в Республике Казахстан не применялись, а их способность сопротивляться сейсмическим воздействиям не изучалась. Поэтому согласно п. 1.10 СНиП РК 2.03–30–2017 «Строительство в сейсмических зонах» подобные конструкции относятся к новым и до внедрения в строительство должны пройти экспериментальную проверку.

Легкие трехслойные навесные панели к настоящему времени нашли довольно широкое применение в практике сейсмостойкого строительства, но каждый тип таких панелей имеет свои специфические особенности. Общий вид «сэндвич-блоков VIMA-SBF» показан на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид сэндвич панелей

Конструктивные решения сэндвич-блоков

— «Сэндвич-блоки» состоят из двух внешних жестких металлических листов и слоя утеплителя между ними. Размеры «сэндвич-блоков» — 1899x1099x111 (t) мм.

— Лицевая поверхность «сэндвич-блоков» — лист алюминия толщиной 0,8 мм, с покрытием полиэстер. Внутренняя поверхность «сэндвич-блоков» — лист оцин-

кованной стали толщиной 0,5 мм. Утеплитель — минераловатная плита.

— «Сэндвич-блоки» крепились к стальным стойкам фахверка, закрепленным к несущим конструкциям стенда. Между собой «сэндвич-блоки» каждого вертикального ряда соединялись в горизонтальных швах заклепками.



Рис. 2. Конструктивные решения крепления сэндвич панелей

— Принципиальные конструктивные решения «сэндвич-блоков», общий вид узлов крепления стоек фахверка и панелей к стенду показаны на рис. 2.

Экспериментальные исследования ненесущих стеновых конструкций проводились на специальном стенде, представляющем собой ячейку двухэтажного стального каркаса с установленной на её покрытии вибративной машиной инерционного действия. Применений вибративной машины В2 позволило реализовать при испытаниях динамический характер нагружения исследуемых ненесущих стеновых конструкций и смоделировать основные особенности их поведения в системе каркасного здания при нагрузках типа сейсмических (рисунок 3).

«Сэндвич-блоки» крепились к стальным стойкам фахверка, закрепленным к несущим конструкциям стенда. Между собой «сэндвич-блоки» каждого вертикального ряда соединялись в горизонтальных швах заклепками.

Методика испытаний

Вибративные испытания включали в себя шесть этапов. На первых трех испытаниях изучалось поведение экспериментальных объектов при относительно малых перекосах этажей каркаса 1/400. На последующих трех этапах — при перекосах, близких к предельно допустимых 1/50_{гр}... Этапы испытаний показаны в таблице 1.

При проведении вибративных испытаний осуществлялись: регистрация колебаний и предварительная обработка данных, визуальное обследование конструкций, фотофиксация возникших повреждений, а также видеосъемки колебаний стенда и экспериментальных объектов.

Результаты инструментальных измерений

Максимальные горизонтальные перекосы этажей стенда, имевшие место при вибродинамических испытаниях:

— превышали предельно допускаемые нормами расчетные перекосы этажей сейсмостойких зданий в 2,0...4,0 раза;



Рис. 3. Экспериментальный стенд с навесными панелями

Таблица 1

Номер этапа испытаний	Количество вибро-блоков	Количество грузов-дебалансов на каждом вибраторе
I	1	0
II	1	0
III	1	0
IV	4	0
V	4	8
VI	5	8



Рис. 4. Регистрирующая аппаратура

— были близки к предельно допустимым перекосам этажей сейсмостойких зданий при реальных сейсмических воздействиях.

Величины перекосов первого и второго этажей стенда приведены в таблице 2

Характерные повреждения экспериментальных объектов

Результаты визуального наблюдения за экспериментальными объектами в процессе колебаний стенда позволили установить следующее.

Наиболее существенное влияние на особенности поведения «сэндвич-блоков» в процессе испытаний оказали конструктивные решения их соединений со стендом.

На всех этапах испытаний между смежными панелями наблюдались значительные взаимные смещения по вертикальным швам. На заключительном этапе испытаний эти смещения достигали 30–40 мм.

По горизонтальным швам взаимные смещения «сэндвич-блоков» не наблюдались. То есть, навесные стены работали как системы «вертикальных столбов» из «сэндвич-блоков».

Таблица 2

Номер этажа	Ось	Величины перекосов этажей	Этапы испытаний			
			I	III	IV	V
Второй	2	абсолютные (Δ , мм)	5,6	9,4	29,9	32,6
		относительные ($\Delta/h_{эт}$)	1/589	1/340	1/110	1/101
	1	абсолютные (Δ , мм)	5,0	10,4	38,4	65,1
		относительные ($\Delta/h_{эт}$)	1/668	1/317	1/86	1/51
Первый	2	абсолютные (Δ , мм)	5,5	9,5	29,9	48,3
		относительные ($\Delta/h_{эт}$)	1/680	1/347	1/110	1/68
	1	абсолютные (Δ , мм)	4,9	10,1	37,2	49,2
		относительные ($\Delta/h_{эт}$)	1/673	1/327	1/89	1/67

Крепления вертикальных «столбов» «сэндвич-блоков» к стенду оказались весьма податливыми.

Эта податливость была обусловлена тем, что в процессе колебаний стенда шпильки, с помощью которых «сэн-

двич-блоки» крепились к стойкам фахверка, «прорезали» смежные участки тонких листов оцинкованной стали ($t=0,5$ мм), расположенных с внутренней стороны «сэндвич-блоков» (после завершения испытаний см. рис. 5).



Рис. 5. Податливость крепления шпильки с сэндвич панели

На этапе испытаний IV начало наблюдаться также ослабление затяжки (раскручивание) гаек шпильчных креплений «сэндвич-блоков» с кронштейнами.

На этапах V и VI, при перекосах этажей, составляющих примерно 1/50 их высоты, раскручивание гаек или срез резьбы шпилек наблюдалось в массовом порядке. Практически во всех случаях раскручивались гайки, расположенные у внутренней поверхности «сэндвич-блоков». В

некоторых случаях гайки полностью сходили с резьбы. Последствием этого явились:

- разрушения соединений двух «сэндвич-блоков» с кронштейнами на этапе испытаний V — рис. 8. а (перед этапом испытаний VI повреждения были устранены);
- падение одного «сэндвич-блока» на этапе испытаний VI — рис. 8. б.



Рис. 6. Состояние панелей после испытаний

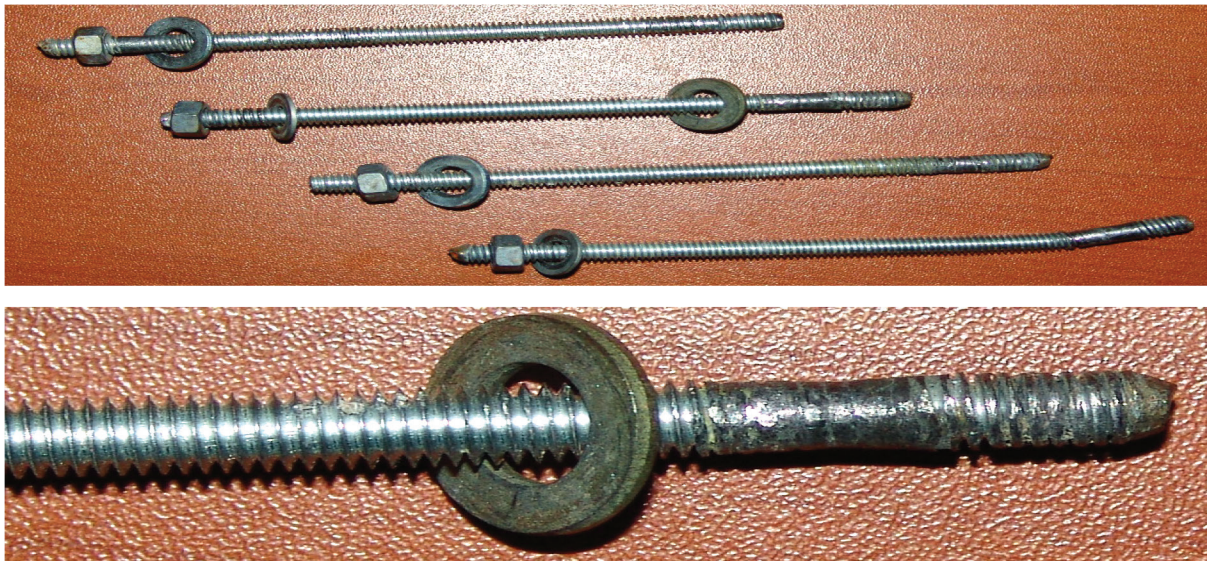


Рис. 7. Обмятие шпилек после испытаний

Выводы

По результатам выполненной экспериментальной проверки ограждающих «сэндвич-блоков» и их соединений с несущими конструкциями зданий были сформулированы следующие выводы:

— в процессе испытаний установлено, что стыковые соединения «сэндвич-блоков VIMA-SBF» с конструкциями зданий обеспечивают необходимую степень раздельной работы несущих и ненесущих конструкций, но нуждаются в усовершенствовании (для этого были разработаны рекомендации по совершению конструктивных решений);

— проведенные экспериментальные исследования в целом подтверждают эффективность и антисейсмическую надежность принципиальных конструктивных решений «сэндвич-блоков» и их соединений с несущими конструкциями зданий.

— «сэндвич-блоков VIMA-SBF» (при соблюдении приведенных рекомендаций) могут применяться в качестве ненесущих ограждающих конструкций стальных и железобетонных зданий, возводимых на площадках до 10 баллов включительно и имеющих расчетные горизонтальные перекосы этажей не более 1/200 их высоты.

Литература:

1. СП РК 2.03–30–2017* «Строительство в сейсмических зонах»
2. Результаты отчета по испытаниям конструкций навесных фасадных систем на сейсмостойкость экспериментальным методом АО «КазНИИСА» 2018 г.
3. Жунусов, Т. Ж. Исследование сейсмостойкости сооружений и конструкции. РГП «КазНИИСА» Алма-Ата, 2002 г.
4. СТ РК 1875–2009 «Крепления анкерные для фасадных систем. Технические условия».
5. Вестник АО «КазНИИСА» «Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций».
- 6.

Эмпатия и рефлексия как основы дизайн-мышления

Тахтарова Ольга Владимировна, графический дизайнер, арт-директор
Студия SOT Brending & Design (г. Киев, Украина)

В статье рассматривается дизайн-мышление как разновидность профессионального мышления, направленного на поиск нового способа принятия решений в бизнесе и продвижение товара или услуги на внутреннем и международном рынке, а также как руководство к действию для студентов и профессионалов. Автором сделано акцент на методологической точке зрения на подходы к дизайн-мышлению как к практическому приему решения проблемы в условиях неопределенности. Определено ключевой мировоззренческий принцип дизайн-мышления — эмпатия как базовое свойство современной личности. Рассмотрено важность эмпатии и рефлексии для работы дизайнера. Обозначено направления использования эмпатии и рефлексии для улучшения качества конечного продукта дизайн мышления.

Ключевые слова: творчество, креативность, дизайн-мышление, визуальное мышление, эмпатия, поиск идей, рефлексия.

The empathy and reflection as the foundations of design thinking

Takhtarova Olga Vladimirovna, graphic designer, art director
SOT Brending & Design Studio (Kiev, Ukraine)

The article examines design thinking as a kind of professional thinking aimed at finding a new way of making decisions in business and promoting a product or service in the domestic and international markets, as well as a guide to action for students and professionals. The author focuses on the methodological point of view on approaches to design thinking as a practical method for solving a problem under conditions of uncertainty. The key ideological principle of design thinking, which considers empathy as a basic property of a modern personality is determined. The importance of empathy and reflection for the work of a designer is considered. The directions of empathy and reflection use to improve the quality of the final product design thinking are outlined. Empathy is considered as the first research stage. It is indicated that without empathy, success in business is impossible; it is needed for the design solutions to be accepted by those for whom they were created. The benefits of empathy for the designer, who can become more creative in solving the assigned tasks, have been determined. The possibilities of using empathy in the design approach to the design thinking process, through the prism of aspects of the design approach, the central concept and the type of empathy, are considered. Analyzing the importance of users' feedback helps designers understand the main wishes of customers. The research methods used in the work are the search based on the available methodological and scientific literature with the analysis of the material found, clarification of cause-and-effect relationships, systematization, abstraction and concretization, questionnaires, analysis of documentation and the results of researchers' activities on the problem of the study. The theoretical and practical value of the work lies in the availability of theoretical and practical research material, selected among other things, in the process of searching for information on the topic, and in the systematization of the material of the research direction.

Keywords: creative work, creativity, design thinking, visual thinking, empathy, search for ideas, reflection.

Постановка проблемы. Важнейшими элементами дизайн-мышления с позиции дизайнерского подхода являются эмпатия, абдуктивное мышление и быстрое прототипирование. В рамках данной статьи мы остановимся на более подробном рассмотрении эмпатии — способности осознанно сопереживать текущему эмоциональному состоянию другого человека без потери ощущения внешнего происхождения этого переживания. Эмпатия необходима, чтобы достичь глубокого понимания конкретной ситуации, включая вызвавшие её причины и возможные последствия. Эмпатия — это способность выходить за рамки очевидного и видеть больше, чем просто цифры и факты. С помощью эмпатии можно выявить скрытые мотивы поведения людей и их невыраженные ожидания и потребности.

Анализ последних исследований и публикаций. Дизайн-мышление как понятие появилось совсем недавно и только начинает формироваться и уточняться. Особенности дизайна, историческом становлению и развитию современной дизайн-образования посвящен ряд исследований А. Бойчука, А. Генесаретского, В. Даниленко, Е. Лазарева, С. Мигаль, А. Фурсы и др. Связи дизайна с культурологией, искусствоведением, технологические подходы основательно рассматриваются в работах Д. Азриканом, В. Ароновым, Л. Безмоздиным, Ю. Соловьевым.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Поскольку дизайн мышлению не посвящены со- держательные исследовательские работы, то и соответ-

ственно исследование влияния эмпатии и рефлексии на дизайн-мысленные поверхностные и требуют детального рассмотрения.

Цель статьи. Главной целью этой работы является определение особенностей эмпатии и рефлексии как основы дизайн-мышления.

Изложение основного материала. Основа эмпатии — это наблюдение. Причем, наблюдение не только за объектом дизайнера и взаимодействующими с ним людьми, но и за контекстом такого взаимодействия. Наблюдение должно выходить за рамки разрабатываемого продукта, услуги или процесса. Так как пользовательский опыт начинается гораздо раньше.

Основу дизайн-мышления составляют такие принципы, как «антропоцентричность», осознанная эмпатия, культ быстрых ошибок. С позиции среды это осязаемый мыслительный процесс и возможность «думать руками». В качестве основных этапов процесса дизайн-мышления выделяются: эмпатия (наблюдение, погружение и вовлечение), фокусировка, которая предполагает определение задачи с использованием наглядности, генерация идей посредством мозгового штурма, прототип и тестирование. При этом повторять можно не только весь процесс, но и каждый этап в отдельности.

Применимо к дизайн-мышлению, эмпатия — это первый исследовательский этап, потому что в её основе лежит наблюдение. Конечная цель после прохождения всех этапов дизайн мышления — создание продуктов, в

которых люди раньше не нуждались просто потому, что не подозревали об их пользе. Также результатом работы может быть создание решений, которые люди не могли представить либо в силу узости мышления, либо из-за недостаточного знакомства с возможностями новых технологий. Изучение слабо выраженных потребностей пользователей и их последующая интерпретация могут привести к прорыву в дизайне [2].

Без эмпатии невозможен успех в бизнесе, она нужна для того, чтобы дизайн-решения были восприняты теми, для кого они создавались. Исследования подтверждают, что сами клиенты или пользователи являются источником

многих инноваций, которые впоследствии можно замечательно коммерциализировать и преподнести заказчику. Бизнесу необходим дизайнер с высоким уровнем эмпатии, создающие нужное пользователям решение. Дизайнер, который выражает только себя, а не решает проблемы пользователей, вряд ли поможет бизнесу расти.

Для самого дизайнера наличие эмпатии выгодно тем, что он может стать более креативным в решении поставленных задач. А для руководителей такой сотрудник будет бесценным потому, что ему можно давать проекты, рассчитанные на разные целевые группы: и для пожилых людей, и для финансистов, и для пользователей такси.

Таблица 1. Возможности применения эмпатии в дизайнерском подходе к процессу дизайн-мышления [5]

Аспект дизайнерского подхода	Центральная концепция	Эмпатия
Дизайн как создание артефактов	Техника создания артефактов	Эмоциональная
Дизайн как постоянное обдумывание результатов творческого мышления, способствующее итерационному формату процесса	Обдумывание результатов, совмещенное с действием	Когнитивная и эмоциональная
Дизайн как процесс решения сложных многофакторных задач	Сложные многофакторные задачи, отличающиеся неполнотой данных	Когнитивная (целостный подход)
Дизайн как способ мышления	Дизайнерский подход к получению знаний	Когнитивная
Дизайн как создание новых смыслов	Создание смыслов	Когнитивная (интерпретация контекста)

Обратная связь с пользователями помогает дизайнерам понять основные пожелания клиентов. Живое общение позволяет выявить и устранить основные недостатки ресурса, которые беспокоят клиентов в первую очередь.

Легко решить проблемы взаимодействия с людьми, которые близки по духу — фотографов, графических дизайнеров и иллюстраторов, других творческих профессий. Однако, не всегда знакома та сфера, в которой нужно сделать дизайн. К примеру, дизайнеру поставлена задача разработать дизайн для сайта по продаже специализированного оборудования — садовой технике. Чтобы сформулировать конкретные преимущества для потенциального клиента, необходимо разобраться в функционале устройств, определить, какие его достоинства будут интересны для пользователя [1].

Лучший способ понять клиента — стать им. Дизайнер может попробовать купить товар самостоятельно и постараться понять желания и страхи клиента. Взаимодействие с интерфейсом с другой точки зрения всегда полезно для дизайнера, так, как только таким образом можно прийти к взаимопониманию с целевой аудиторией и разобраться в потребностях пользователя.

Рефлексия понимается как один из важных механизмов, который обеспечивает основные функции сознания. Поэтому важнейшей целью современного учебного процесса считается переход от нерефлексивного к осознанному овладению и владению тем рядом умственных операций, которые составляют мыслительный процесс и многие, из

которых чаще всего не осознаются. Эти операции надо выявить и специально им обучать, что не менее необходимо, подчеркивают психологи, чем обучение самим правилам выполнения задания [2, с. 284].

Проектная культура дизайна определяется как способ творческой самореализации человека, в процессе которой создается предметный мир, являющийся носителем идеалов и ценностей мира духовного. Творчество, как деятельность, имеет психологические аспекты — личностный и профессиональный. Оно предполагает наличие у личности мотивов, знаний и умений, благодаря которым создается продукт, отличающийся, новизной, оригинальностью, уникальностью.

Творчество является идеальной моделью художественно-проектной деятельности, и, наоборот, эта деятельность моделирует творческий процесс. Собственно, в процессе творческой проектной деятельности формируются как рефлексивные механизмы, так и креативная компетентность, происходит саморазвитие, самореализация личности, формирование профессионального мировоззрения и культуры дизайнерского мышления, что, в конечном счете, определяет качество подготовки специалиста. Поэтому, проблема формирования креативной компетентности может решаться на основе повышения внимания к проблемам педагогики, методике обучения и лежит в плоскости развития способностей к рефлексии как основе проектно-художественного творчества.

Использование эмоциональной и когнитивной эмпатии в процессе дизайн-мышления становится понятным при детальном рассмотрении концепции дизайнерского подхода к модели дизайн-мышления. Эмпатия, как неструктурный элемент дизайн-мышления, нередко выпадает из поля зрения проектных команд, работающих над сложными задачами под прессингом ограниченных ресурсов и жёстких сроков. Эмпатия формирует микросреду или организационную культуру проектной команды, являясь элементом «тонкой настройки», который способен усилить потенциал команды и повысить эффективность её работы [4].

Так как необходимость подготовки кадров со знанием и применением дизайн-мышления на практике сегодня становится наиболее актуальной, было проведено экспериментальное исследование среди студентов специальности «Дизайн» 3, 4, 5 курсов в целях анализа текущего уровня развития дизайн-мышления и эмпатии у студентов. В рамках данного исследования было проведено анкетирование.

Средний возраст респондентов составил 23 года (от 20 до 26 лет).

В результате анализа анкетирования, сделаны следующие выводы:

— на вопрос «Позволяет ли Вам обучение реализовывать свои идеи и авторские проекты?» ответ «нет» дали 34% (15 человек). И ответ «да» был получен от 66% (29 человек) соответственно;

— на вопрос «Планируете ли Вы учитывать особенности заказчика, его продукта при разработке дизайна?» ответ «нет» дали 14% (6 человек). И ответ «да» был получен от 86% (38 человек) соответственно, из них на последующий вопрос «Хотели бы Вы повлиять на развитие собственной эмпатии?» 18% (7 человек из 38) ответили «нет», 13% (5 человек из 38) затруднились ответить. Остальные 68% (26 человек из 38) ответили положительно и с энтузиазмом;

— на вопрос «Какое Ваше современное понимание дизайна?» 23% (10 человек) затруднились ответить. Остальные 77% (34 человека) описали ключевые моменты и функции современного дизайна в своем понимании;

— на вопрос «Назовите ключевые особенности мышления дизайнера» предполагался ответ в произвольной форме.

Анализируя ответы респондентов, можно заметить, что чаще всего в ответе на данный вопрос встречается слово «креатив», что не совсем точно отражает суть особенностей мышления дизайнера и только поодиночке студенты отметили эмпатию.

Таким образом, можно сделать вывод, что есть необходимость грамотного разъяснения студентам основ эмпатии и рефлексии в дизайн мышлении, его основных приемов и принципов, а также перспектив его развития в процессе разработки инноваций.

На один из самых важных вопросов в рамках данного исследования «Считаете ли Вы верным применение новых

методик в обучении студентов специальности «Дизайн»?» 18% (8 человек) затруднились ответить, остальные же 82% (36 человек) дали положительный ответ, что говорит о готовности студентов специальности «Дизайн» к принятию новых методик обучения, новых дисциплин.

Также по результатам анкетирования был сделан вывод, что в рамках исследования уместно будет провести экспериментальный курс «Дизайн-мышление» у обучающихся 4–5 курсов специальности «Дизайн» с применением методики дизайн-мышления, сопровождающейся такими приемами, как сторителлинг (story telling), мозговой штурм (brain storming), эмпатия. Данный курс был нацелен на развитие у студентов прагматических навыков:

- четкая постановка задачи, дабы понимать и разделять инновационный подход дизайн-мышления;
- решение поставленной задачи нестандартными способами;
- анализирование полученных данных;
- управление процессами дизайн-мышления;
- способности быстрого прототипирования;
- коллективное сотрудничество при решении поставленной задачи.

Для чистоты эксперимента, а также в целях наглядного сравнения и выявления влияния специального курса на результат, студентам было предложено задание, выполнение которого осуществлялось ими без каких-либо объяснений со стороны преподавателя о методах и инструментах дизайн-мышления. Задание осуществлялось посредством тех навыков, которыми на данный момент обучения обладали студенты. В результате в ходе анализа выполненных работ наблюдалось:

- нечеткое определение целей, преследуемых в рамках данного задания;
- абстрактное решение без применения инновационных методов;
- отсутствие цепи взаимодействий дизайнера с маркетингом, и как следствие, отсутствие прагматической направленности в решении поставленной задачи, что является существенным недостатком в образовании студентов.

Выводы и предложения. Таким образом, дизайн-мышление является инструментом, с помощью которого можно проектировать будущее и находить нестандартные способы решения сложных задач. Такое мышление, благодаря технологиям и приемам, позволяющим накапливать идеи, активизировать нестандартное мышление, способствовать принятию рискованных решений, в результате нивелирует страхи перед неудачами. Эмпатия и рефлексия являются активаторами дизайн-мышления, способствующими улучшению качества конечного продукта и повышению самого процесса. Для развития эмпатии и рефлексии у студентов-дизайнеров целесообразно внедрить соответствующий спецкурс у образовательной программы, а для работающих дизайнеров — предложить тренинг в рамках повышения квалификации.

Литература:

1. Васильева, Е. В. Дизайн-мышление: немного о подходе и много об инструментах развития креативного мышления, изучения клиентских запросов и создания идей. (Как понять клиентов и создать полезный опыт в экономике впечатлений?). Москва: РУСАЙНС, 2018. 204 с.
2. Меерович, М. И. Теории решения изобретательских задач. Минск: Харвест, 2003. 428, с.
3. Соколов, М. В. Особенности развития дизайн-мышления при подготовке магистров дизайн-образования. Педагогическое образование в России. 2020. № 3. с. 158–163.
4. Стрельникова, В. Э. Дизайн-мышление как современный метод проектирования. Бизнес и дизайн ревю. 2019. № 4 (16). с. 13.
5. Хомутский, Д. Ю. Эмпатия как один из ключевых элементов процесса дизайн-мышления. Инициативы XXI века. 2015. № 4. с. 4–6.

БИОЛОГИЯ

Адаптивные особенности сизого голубя (*Columba livia* L.) в условиях урбанизированной среды

Кураченко Ирина Витальевна, старший преподаватель;
Дудина Валерия Александровна, студент
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины (Беларусь)

Реакция животных на изменения, происходящие при возросшем уровне урбанизации, неоднозначна: одна группа избегает сильно измененные ландшафты, другая — напротив, вступает в тесное взаимодействие, третья — проявляет нейтралитет [1, с. 5]. В настоящий момент актуальный вопрос экологии — изучение процессов формирования устойчивых урбанизированных популяций синантропных птиц, выявление особенностей, способствующих адаптации отдельных видов к антропогенным территориям [2, с. 26].

Для изучения видового состава, численности и состава морфотипов голубя сизого в условиях урбанизированной среды Гомельского района, использовался метод маршрутного хода с маршрутного учета с ограничением полосы обнаружения 25 м в обе стороны. Было проложено пять маршрутов: дорога вдоль смешанного леса с участком селитебной застройки д. Кравцовка, территория города Гомель.

Маршрут № 1 (Железнодорожный район). На территории района расположены основные градообразующие предприятия промышленного комплекса и крупные транспортные узлы — железнодорожный и автомобильный. Работают 18 строительных организаций. Разветвленная сеть торговли, пунктов питания и летних кафе представлена в районе более чем 200 предприятиями.

Маршрут № 2 (Центральный район). Маршрут начался от улицы Пушкина и проходил через улицу Набережную и Пионерский сквер до дворцово-паркового ансамбля.

Маршрут № 3 (д. Кравцовка). Характеристика деревни — планировка состоит из прямолинейной улицы, ориентированной с юго-запада на северо-восток, к которой с севера присоединяется прямолинейная короткая улица. Застройка двусторонняя, деревянная, усадебного типа.

Маршрут № 4 (Советский район). От улицы Пенязькова до парка Фестивальный. Советский район расположен в юго-западной части Гомеля. Площадь 513,624 га. Здесь находятся 37 крупных промышленных организаций.

Маршрут № 5 (Новобелицкий район). Расположен в юго-восточной части города, на левом берегу реки Сож. Исследуемый берег реки Сож обрывистый, дно песчаное. Площадь района более 2 тыс. га. В настоящее время основными промышленными предприятиями района являются ОАО «Гомельский мясокомбинат», ОАО «Гомельский жировой комбинат», РУП «Гомельский ликёро-водочный завод», ОАО «Гомельобои», ОАО «Гомельдрев», РАУП «Гомельское ПО «Кристалл», «Фанеро-спичечная фабрика», также имеются завод химических изделий и завод химического мела.

Зарегистрированные голуби по систематическому положению относятся к родам *Columba* (Голуби настоящие), *Streptopelia* (Горлицы) и трем видам: *Columba palumbus* (вахирь), *Columba livia* (голубь сизый), *Streptopelia decaocto* (горлица кольчатая). За время исследований было зарегистрировано 316 представителей семейства голубиные (рисунок 1).

Наибольшая численность сизых голубей наблюдается в Советском районе, что указывает на приуроченность сизого голубя к местам с большим количеством корма, укрытий и мест гнездования. Местами наибольших скоплений сизых голубей являются: территория, прилегающая к окрестностям рынков; продуктовым магазинам; остановкам общественного транспорта; паркам и скверам; мусорные контейнеры близ жилых домов. Голубиные скопления населяют неодинаковые по этажности здания. В новостройках г. Гомеля плотность населения сизых голубей достаточно снижена.

В деревне Кравцовка были зарегистрированы другие представители семейства голубиных: вахирь и горлица. Для вахирей же природное место обитания — густые леса, места сельскохозяйственных зерновых угодий, где на полях они и ищут пропитание. Однако их можно встретить в пригороде и даже в черте города. Так, в ходе данных исследований в городе Гомель было зарегистрировано гнездо вахиря с самкой, высиживающей яйца. Вахирь был встречен в Центральном районе города Гомеля в сквере имени Громыко. На подобное соседство птиц может под-

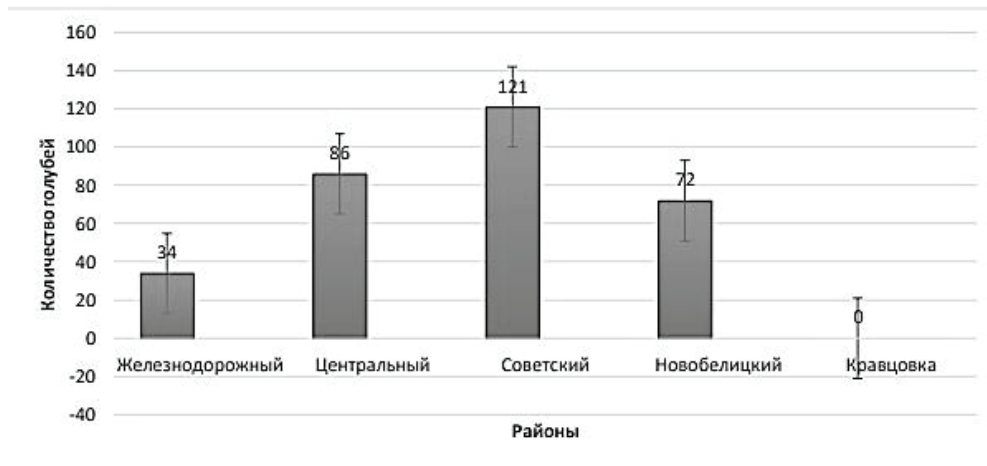


Рис. 1. Количественные характеристики учета *Columba livia* по районам исследований

толкнуть нехватка пищи в основном месте обитания. Известно, что группировки вяхиря по территории Беларуси встречаются практически во всех городах, в том числе и в Минске. Эти факты указывают на случайное проникновение птиц в города из естественных биотопов.

В ходе проведения исследований мы также оценили относительную плотность популяций *Columba livia* на тер-

ритории города Гомель и сельских населенных пунктах Гомельского района. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшая относительная плотность населения *Columba livia* наблюдается в Советском районе. Результаты по оценке относительной плотности населения птиц в различных биотопах можно увидеть на рисунке 2.

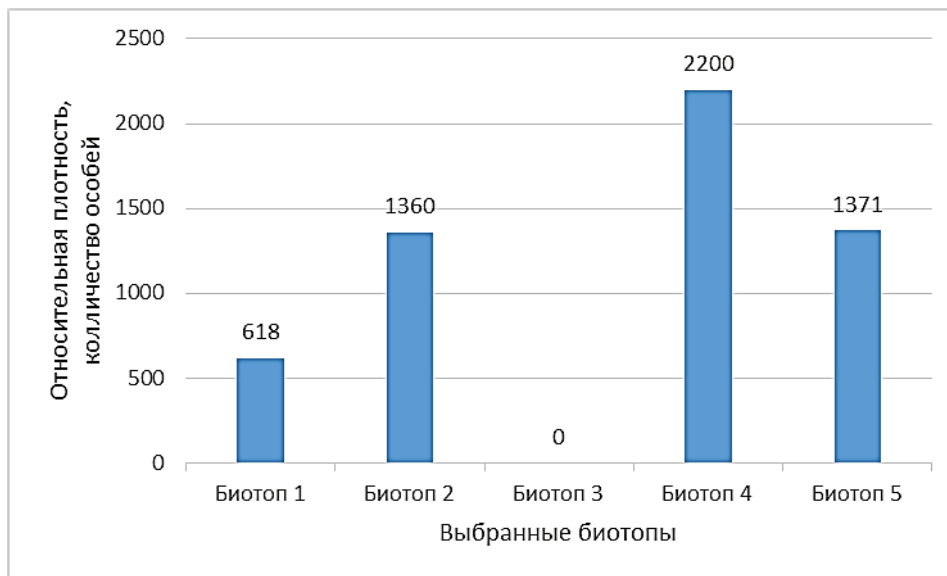


Рис. 2. Относительная плотность населения *Columba livia* в г. Гомеле

Анализ данных по плотности населения сизого голубя на исследуемых стационарах г. Гомеля показал, что этот синантропный вид распространён повсеместно. Средняя плотность населения голубей 1387 особей на 100 гектар. Установлено, что плотность голубей выше вблизи кормовых участков.

Гнезда сизого голубя относятся к группе наземных гнезд, расположенных в укрытиях (в постройках и сооружениях человека). В гнездах такого типа соблюдены наиболее благоприятные микроклиматические условия, имеется достаточное количество птиц для существования

беспозвоночных. В различных биотопах антропогенного ландшафта Гомельского района Гомельской области в период 2000–2019 годов проводились сборы нидиколов из гнезд птиц. Всего обследовано 40 гнезд сизого голубя (*Columba livia* L.), собранно 2029 экземпляров обитателей гнезд, относящихся к двум классам: насекомые (Insecta) и паукообразные (Arachnida). Из них 1095 экземпляров паразитических членистоногих, представленных двумя отрядами: клещи (Acari) и блохи (Arhaniaptera), или 53,9% общего количества обитателей гнезд. Всего из гнезд голубей было собрано 456 экземпляров клещей (ИО 11,4%

при встречаемости 17,5%). В результате изучения комплекса паразитических нидиколов гнезд сизого голубя выявлено обитание двух видов членистоногих: отряд Arhaptiera, семейство Ceratophyllidae, виды *Ceratophyllus rusticus* и *Ceratophyllus columbae*. Большую роль в формировании микробиоценоза гнезда играют факультативные нидиколы (56,7% от всех видов). Для них также свойственны связи с хозяином гнезда, но они носят необязательный характер. Виды беспозвоночных, относящиеся к этой группе, развиваются как в гнезда данного вида хозяина, так и в гнездах других хозяев и являются обитателями почвы либо других наземных убежищ.

Важным популяционным показателем адаптации животных к антропогенным ландшафтам является полиморфизм. Сизый голубь в городе Гомель образует несколько

цветовых морф, хотя состав морфотипов характеризуется устойчивым преобладанием особой черно-чеканной окраски, что, видимо, отражает высокую антропогенную нагрузку. На маршрутах 1 и 5 преобладающей морфой окраса является сизая.

Дикий тип сизого голубя строго консервативен по окраске. В диких популяциях всегда сохраняется мономорфная, т. е. единообразная, окраска оперения. У городских же голубей встречается самая разнообразная окраска оперения — они по ней полиморфны. Существует полный спектр переходных форм от сизых особей с небольшим количеством черных пятнышек на светлых крыльях до абсолютно черных птиц. Уровень меланизации связан с плотностью населения птиц: чем больше их скопление, тем выше процент меланистов [3, 95–97].

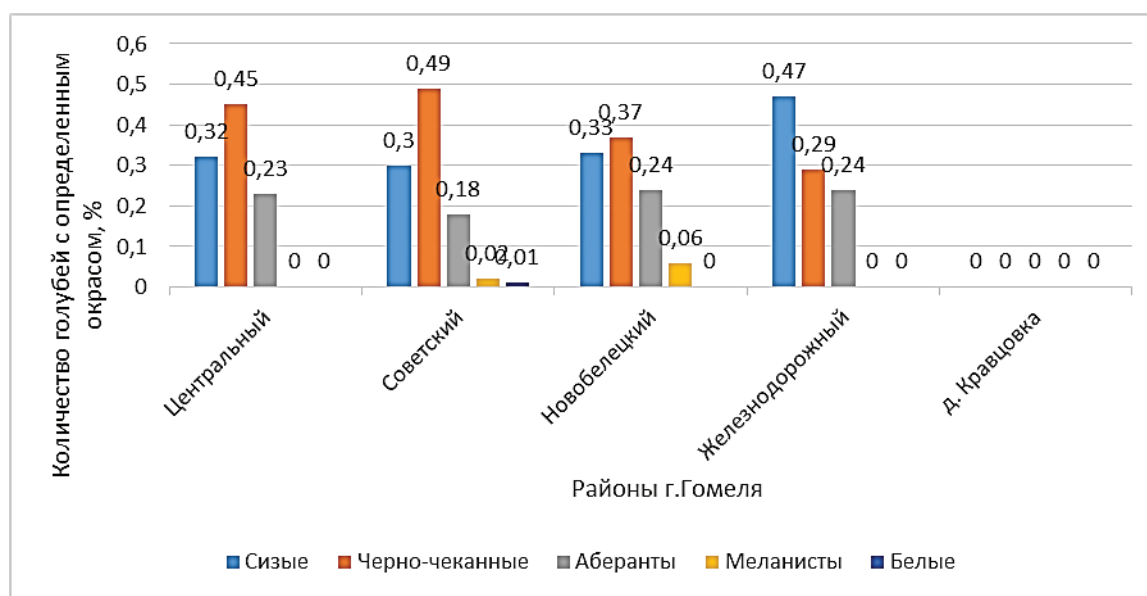


Рис. 3. Соотношение окрасов голубей на исследуемых стационарах

Особей абберантных окрасок встречались в небольшом количестве 18–24% (рисунок 3). Полиморфизм окраски оперения у сизых голубей возник в результате длитель-

ного генетического смешения различных пород и приспособления их потомков к дикому образу жизни в городской среде.

Литература:

1. Божко, С. И. К характеристике процесса урбанизации птиц / С. И. Божко // Вестник ЛГУ. Биология. — 1971. — № 9, выпуск 2. — с. 5–14.
2. Хагдогий, И. М. Эколого-биологические адаптации синантропного сизого голубя (*Columba*) // И. М. Хагдогий [и др.] // Экологический вестник. — 2017. — № 1 (39). — с. 26–34.
3. Обухова, Н. Ю. Динамика морф сбалансированного полиморфизма у сизых голубей (*Columba livia*) г. Москвы / Н. Ю. Обухова // Генетика. — 2011. — Т. 47, № 1. — с. 95–102.

МЕДИЦИНА

Пищевые добавки и их влияние на организм человека

Коваленко Анастасия Евгеньевна, студент;
Кнауб Владислав Владимирович, студент;
Зингер Екатерина Юрьевна, студент
Омский государственный технический университет

В современной промышленности все чаще находит применение использование пищевых добавок. В настоящее время существует много противоречивых мнений о их вреде и пользе. Приверженцы здорового питания считают, что такие добавки не могут быть безобидными, однако, производители отмечают, что без их применения продукты теряют свои свойства и качества. Попробуем разобраться, какие пищевые добавки не представляют вреда, а какие следует избегать в составе продуктов.

Ключевые слова: пищевые добавки, срок хранения, продукты питания, заболевания, организм человека.

Пищевые добавки — это природные и синтетические химические соединения, которые не представляют собой источник энергии, как пища, не используются в чистом виде, а только добавляются в продукты для облегчения технологического процесса, продления срока хранения или придания определенной консистенции конечному продукту [1].

Для обозначения пищевых добавок используется индекс «Е». Раньше названия таких веществ писали полностью, но с 1953 г. в Европе было решено химическим пищевым добавкам дать название в виде буквы с цифровым кодом.

По принципу действия пищевые добавки подразделяются на группы (табл. 1).

Таблица 1

Название пищевых добавок	Группы и их функции
E100 — E182	красители (усилители или восстановители цвета)
E200 — E299	консерванты (повышают срок хранения, стерилизуют и защищают от бактерий)
E300 — E399	антиокислители (сдерживают процессы окисления)
E400 — E499	стабилизаторы (сохраняют консистенцию продукта)
E500 — E599	эмульгаторы
E600 — E699	усилители вкуса и аромата
E1000 и выше	глазирующие вещества, подсластители соков и кондитерских изделий.

По происхождению пищевые добавки можно разделить на 3 группы:

- Натуральные
- Искусственные, идентичные натуральным
- Полностью синтетические.

Натуральные «Е» производятся из растительных, животных или минеральных компонентов. Такие добавки не вредны для нашего организма, если нет аллергии. К ним можно отнести E100 — куркумин, является натуральным красителем; E406 — желирующее вещество агар-агар из морских водорослей, применяемое в качестве загустителя; E440 — пектин, применяется в качестве гелеобразователя, стабилизатора и др. Такие до-

бавки не вредны для организма, однако и пользы от них немного [2].

Искусственные пищевые добавки — это вещества, которые встречаются в природе, но для промышленных масштабов производятся искусственно. К таким добавкам можно отнести E260 — уксус, используемый в качестве регулятора кислотности. В безопасной дозировке уксусная кислота не причиняет вреда здоровью, но рекомендуется ограничить продукты с ее использованием тем людям, которые страдают заболеваниями ЖКТ.

Полностью синтетические «Е» — это вещества, которые не имеют природных аналогов. Большая часть таких добавок считается вредной для организма чело-

века. Существует множество веществ, которые разрешены для применения в пищевой продукции, но могут оказать негативное влияние на организм человека, предрасположенного к определенным заболеваниям, при частом употреблении, например: E952 (цикламат натрия), E951 (аспартам) — встречаются в газированных напитках, E250 (нитрит натрия) — встречается в колбасах и др. [3].

Еще несколько лет назад широко использовались добавки, которые, как оказалось, смертельно опасны для жизни. В России были запрещены красители E121 (цитрусовый красный) и E123 (краситель амарант), консерванты E240 (формальдегид), E216 (парагидроксibenзоиной кислоты пропиловый эфир), E217 (парагидроксibenзойной кислоты пропиловый эфир натриевая соль).

Вышеупомянутые красители часто находили применение в производстве сладкой газированной воды, цветного мороженого, леденцах. Учеными было доказано, что постоянное употребление пищи, в составе которой содержались данные красители, приводит к образованию злокачественных новообразований [4].

Консерванты E216, E217, E240 широко применялись в производстве мясных изделий, шоколадной продукции, паштетов, бульонов и супов, но были запрещены в связи

с научно доказанным канцерогенным эффектом, который часто приводил к возникновению онкологических заболеваний.

К заболеваниям печени и почек могут привести стабилизаторы и загустители E407, E447, E450, которые содержатся в варенье, джемах, сгущенном молоке, шоколадном сыре.

К заболеваниям желудочно-кишечного тракта могут привести консерванты E 221–226, находящиеся в консервах любого вида; антиоксиданты, которые содержатся в йогуртах, кисломолочных продуктах, колбасных изделиях, сливочном масле, шоколаде [5].

Таким образом, важно обращать внимание на состав продуктов питания, ведь в настоящее время производители стараются увеличить срок хранения, добавить яркости и вкуса своим товарам, используя при этом большое количество пищевых добавок. Многие из них еще не изучены, поэтому нет информации об их вреде или пользе. Лучше всего отдавать предпочтение натуральным продуктам, с низким сроком хранения или продуктам, с наименьшим количеством пищевых добавок. Зная состав пищи, которую вы потребляете, можно лучше понять индивидуальные особенности своего организма.

Литература:

1. Федосеева, М. В. Пищевые добавки и их влияние на организм человека / М. В. Федосеева. — Текст: электронный // Официальный сайт ТОГАПОУ «Промышленно-технологический колледж»: [сайт]. — URL: http://ptk.68edu.ru/pdf/uchebnie_proekti/proekt_2.pdf (дата обращения: 17.11.2020).
2. Пищевые добавки: что такое «Е» и с чем его едят?. — Текст: электронный // Сеть социальных аптек «Столички»: [сайт]. — URL: <https://stolichki.ru/stati/pishchevye-dobavki-chto-takoe-e-i-s-chem-ego-edyat> (дата обращения: 17.11.2020).
3. Воробьева, А. Е. Пищевые добавки: их роль и влияние на организм человека / А. Е. Воробьева. — Текст: непосредственный // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. — с. 218–221.
4. Капин, А. В. Влияние пищевых добавок на здоровье человека / А. В. Капин. — Текст: электронный // Образовательная социальная сеть: [сайт]. — URL: <https://nsportal.ru/vuz/khimicheskie-nauki/library/2015/08/10/vliyanie-pishchevyh-dobavok-na-zdorove-cheloveka> (дата обращения: 17.11.2020).
5. Пищевые добавки. Хорошо или плохо?. — Текст: электронный // ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Коми»: [сайт]. — URL: <http://fbuz11.ru/pishchevye-dobavki-khorosho-ili-plokho> (дата обращения: 17.11.2020).
6. <https://moluch.ru/archive/263/60758/>

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 47 (337) / 2020

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 02.12.2020. Дата выхода в свет: 09.12.2020.

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.