

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



44 2024
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 44 (543) / 2024

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

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)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

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

На обложке изображен *Борис Михайлович Иофан* (1891–1976), советский архитектор.

Борис Михайлович Иофан родился в 1891 году в Одессе. Там же прошло и его детство. Еще мальчиком Борис увлекался рисованием и решил в будущем стать живописцем. В двенадцать лет он поступил на живописное отделение художественного училища. Позже под влиянием товарищей Иофан перешел с живописного на архитектурное отделение. После военной службы он практиковал в Петербурге подмастерьем у известных архитекторов А. О. Таманяна, И. И. Долгинова, иногда работал у своего старшего брата Дмитрия.

В 1914 году Иофан уехал в Италию, где прожил 10 лет. Окончание художественного училища дало Иофану право поступить сразу на третий курс Высшего института изящных искусств в Риме. Большой след в жизни Иофана оставил архитектор Армандо Бразини, его будущий соперник в конкурсе на проект Дворца Советов в Москве.

В 1924 году И. Рыков, с которым Борис Михайлович познакомился в Риме, пригласил его в Москву. Он предложил Иофану строить новую социалистическую архитектуру — радостную, величественную и помпезную.

Борис Иофан стал крупной и значимой фигурой советского зодчества. В Москве по его проектам были построены удобные и функциональные жилые дома, общественные и учебные заведения, а первым жилым комплексом стали дома на Русаковской улице с прекрасной экономичной планировкой квартир и гармоничным экстерьером.

Крупнейшим реализованным замыслом архитектора признан комплекс Дома ЦИК и СНК СССР на Берсеневской набережной. На участке, ограниченном Берсеневской набережной, улицей Серафимовича и Обводным каналом, на трех с половиной тысячах свай было возведено около полумиллиона кубометров жилой и общественной площади, что даже по сегодняшним масштабам является грандиозным проектом.

Главной темой творчества Бориса Иофана было проектирование монументально грозного и величественного Дворца Советов, который должен был встать практически напротив Дома на набережной на месте взорванного в декабре 1931 года храма Христа Спасителя. Размеры здания потрясли всякое воображение: высота 416 метров, вес 2 млн тонн, общий объем 7 млн кубометров, что примерно равнялось сумме объемов шести знаменитых нью-йоркских небоскребов.

После войны стало ясно, что с таким огромным проектом не справиться. Кроме того, в облике Дворца необходимо было увековечить и победу в войне. Работа коллектива под руководством Иофана была продолжена: предлагалось множество решений, в том числе и уменьшение высоты здания. Проектирование прервал объявленный в 1956 году Всесоюзный конкурс на новый проект Дворца Советов, сооружение которого предполагалось на юго-западе столицы, но так и не было осуществлено. Даже станцию метро «Дворец Советов» переименовали

в «Кропоткинскую». На фундаментах недостроенного дворца был построен самый крупный в Европе открытый бассейн «Москва».

Идея Дворца Советов, которой Иофан отдал лучшие годы жизни, была окончательно похоронена; власть принуждала архитекторов работать с типовыми проектами из сборного железобетона. При Хрущёве по завершении проектирования института Губкина в 1955 году Иофану не довелось построить больше ни одного здания; два его последних проекта — жилой квартал на Щербаковской улице и комплекс Института физической культуры на Сиреневом бульваре — были заложены уже при Брежневле.

В то время упорно продвигалась перспектива развития Москвы на юго-запад (в частности, в сторону Воробьевых гор). Первой и самой грандиозной из всех высоток утвердили здание гостиницы на Воробьевых горах (позже проект трансформировали в здание МГУ, но идея, заложенная в нем изначально, сохранилась). Эту работу поручили Иофану, так как он возглавлял трест по строительству высотных сооружений. Чтобы подчеркнуть масштабность здания и его влияние на город, Иофан спроектировал его над самой бровкой Москвы-реки, то есть у самого края Воробьевых гор. Такое решение не понравилось Сталину, но Иофан долго и упорно его отстаивал. Это было роковой ошибкой. В 1947 году проект Иофана передали коллективу во главе с ленинградцем Львом Рудневым. Руднев, взяв за основу композицию Иофана, усовершенствовал ее силуэт, распределение масс и детали оформления. В итоге, по мнению историка В. В. Седова, получился эталонный советский небоскреб, «улучшенный Иофан» и авторская работа самого Руднева одновременно.

Третьим наиболее значимым сооружением в биографии мастера стал великолепный, поразивший весь мир своей мощью и колоритом, динамикой и порывом павильон СССР на Международной выставке в Париже 1937 года. На выставке павильоны СССР и Германии располагались один против другого, демонстрируя политическую конфронтацию двух держав в пространственном образе. Показательно, что оба архитектора — Иофан и Шпеер — получили золотые медали от организаторов, озабоченных тем, чтобы сохранить мир и не создавать напряжения между двумя могущественными государствами.

В 1975 году власти Москвы в очередной раз приняли постановление об установке скульптуры «Рабочий и колхозница» на высокий пьедестал и назначили восьмидесятилетнему Иофану художественным руководителем проекта. Однако смерть настигла Бориса Иофана за чертежной доской, на которой была наколоты калька с эскизом пьедестала скульптуры. Он умер 11 марта 1976 года в построенном им санатории «Барвиха» и был похоронен в Москве.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Гелдиева Г. А.**
Эффективность использования геометрии
в спорте футбольного типа 1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Бойдадаев М. Н.**
Сравнительный анализ производительности
сетевых плагинов оркестратора Kubernetes 4
- Горлачев Д. Е., Мирный Н. М.**
Декодирование стирания12
- Jummanov U. V., Muhammedova A. V.**
Remote controlled intelligent robot dog 14
- Kazhymukhanov A. T.**
Comparing machine learning algorithms
with large language models in detecting
fake news in social media15
- Розметов Т. Х., Байрамов Р. Д.,
Гелдимуратов Н., Хыдыров И. Р.**
Цифровой деканат: слабые и сильные стороны17
- Садаков Е. О., Строчков Д. И.**
Анализ скрытого нелегитимного поведения
пользователей в условиях атак LotL 19
- Семенов С. А.**
Выбор программной АТС Asterisk для
разработки автоматизированной системы
оповещения24
- Семенова М. П.**
Обзор проекта «Система мониторинга
и планирования обслуживания
телекоммуникационного оборудования».....25
- Ussayeva A. G., Annayev A. A., Gapbarov A. S.**
Brain-computer interface based brain wave
and neural signal detector.....27
- Hudaykulyyev M. A., Esenova A. B., Yusubov E.,
Наурдарова Г. С.**
ESP8266-based intelligent large-area
irrigation system29

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Болдырева Т. С., Сиренко М. А.**
Цепи поставок: от простейших
до многоуровневых32
- Кокорин А. Г.**
Системный подход к поиску технических
решений изготовления малопрпусковых
штамповок из титановых сплавов для
применения в медицине.....35
- Корабьев А. А., Абуллаева Н. У.**
Автоколебания тока в системах
с легированием примесными атомами.....41
- Постовалов И. В., Левшин Н. С.**
Воздушные перевозки беспилотными
летательными аппаратами42
- Харечко А. И., Сушин Е. Ю.**
Системный подход к выбору моделей для
предсказания разрушения деталей на основе
статистических данных46

БИОЛОГИЯ

- Недобойко И. А., Монастырская Т. А.,
Рядинская В. П.**
Оценка исходного материала в селекции
пролески сибирской (*Scilla siberica* Andrews)
в Белгородской области.....53

МЕДИЦИНА

- Елтонцева Ю. А., Гребенюк А. И., Корзин И. А.,
Акрамов И. Н.**
Влияние ВИЧ-инфекции на клиническую
форму туберкулеза органов дыхания56
- Ямилова А. П.**
Корреляция рака молочной железы
и высшего образования57

ФАРМАЦИЯ И ФАРМАКОЛОГИЯ

- Ширинджонова Р. Ф.**
Фармацевт: история становления профессии ...62

МАТЕМАТИКА

Эффективность использования геометрии в спорте футбольного типа

Гелдиева Гунча Азымовна, студент

Научный руководитель: Какалыев Бегенч Агамырадович, преподаватель
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

В данной работе рассматривается влияние геометрии на эффективность игры в футбол и другие виды спорта, связанные с мячом. Геометрические принципы помогают оптимизировать движения игроков, анализировать стратегии и распределять позиции на поле. Исследуются методы определения зон, оптимизации маршрутов движения и визуализации статистических данных, что позволяет тренерам и спортсменам лучше понять тактику игры. В заключение подчеркивается важность геометрического подхода для повышения эффективности игровых стратегий и принятия решений во время матчей.

Ключевые слова: футбол, геометрия, стратегии игры, оптимизация, движение игроков, анализ данных, игровые зоны, тактика.

Пространственное распределение команды на футбольном поле играет ключевую роль в эффективности командной игры, и его оптимизация на основе геометрических принципов может значительно улучшить как атакующие, так и защитные действия. Современный футбол требует от команд не только индивидуальных навыков игроков, но и слаженного взаимодействия между ними, что невозможно без грамотного распределения на поле. Геометрия позволяет не только анализировать эти взаимодействия, но и разрабатывать оптимальные тактические схемы, которые повышают шансы на успех в различных игровых ситуациях. [2]

Стратегия — самое емкое понятие в системе подготовки и соревновательной деятельности футболистов. Стратегия подготовки команды к соревнованиям предусматривает такие управленческие шаги тренерского состава как комплектование команды, физическая и функциональная подготовка, построение игры, определение основного состава, определение стартового состава, выбор тактики игры на каждый матч, оперативное управление игрой в матче. Если все эти задачи решаются эффективно, то можно говорить о стратегически правильном подходе к управлению футбольной командой. [1]

Если рассматривать стратегию только в соревновательном аспекте, то здесь в первую очередь следует стратегически правильно спланировать соревновательную деятельность в турнире в целом — в краткосрочном или более длительном, как например, чемпионат страны. В связи с этим, возникает задача целенаправленной подготовки команды на основе выбранной стратегии к каждой

отдельно взятой игре. Для этого необходима тактика игры. [1]

Тактика — это часть стратегии, ей подчиненная, ее обслуживающая. Если стратегия предусматривает достижения конечной цели, то тактика решает задачу отдельного матча. [1]

Система игры основана на расположении игроков на поле. Принято всех полевых игроков разделять на три группы: игроки задней линии, игроки средней линии, игроки передней линии. [1]

Тактическая подготовка футболиста — это комплексный процесс, включающий овладение всеми необходимыми знаниями о средствах и способах ведения спортивной борьбы и систему технико-тактических тренировочных заданий, а также контрольных и официальных игр, в которых футболисты совершенствуют и доводят до оптимального уровня свое тактическое мастерство. [1]

Одной из характеристик игры футбольной команды есть такое понятие как ритм — закономерное соотношение действий игроков и команды во времени. Высококлассные команды в процессе матча за счет смены ритма ведения игры могут довольно часто получать тактическое преимущество. Самой футбольной игре характерна аритмия, которая, прежде всего, обусловлена правилами игры. Для команды высокого класса очень важно регулировать ритм игры на протяжении матча. Эти команды тактически умело регулируют ритм игры, оптимально сочетая, с одной стороны, позиционные и быстрые атаки, и, с другой, использование различных видов прессинга. [1]

Пространственное распределение команды тесно связано с контролем над мячом и эффективностью игры. Игроки должны располагаться на поле таким образом, чтобы иметь возможность как поддерживать атаку, так и быстро перестраиваться для защиты. Одним из важных аспектов является создание структур, которые обеспечивают эффективную передачу мяча. Например, треугольные комбинации между игроками позволяют создавать множество вариантов для передачи, что затрудняет защитные действия соперника. Триангуляция является базовым тактическим элементом, основанным на геометрии, который помогает улучшить владение мячом и обеспечить возможность быстрого перемещения с одной зоны поля в другую. При этом правильное распределение расстояний между игроками внутри таких комбинаций позволяет избежать ситуаций, когда мяч легко перехватывается соперником. [6]

Геометрические принципы давно используются в командных видах спорта для понимания того, как лучше распределить игроков по полю, чтобы минимизировать усилия и максимизировать результаты. В футболе пространство является ценным ресурсом, и команда, способная эффективно его контролировать, получает преимущество в ведении игры. Одним из базовых элементов такого контроля является грамотное использование геометрии в распределении игроков. При анализе футбольных тактик важно учитывать такие элементы, как углы и расстояния между игроками, зоны покрытия, а также траектории движения мяча и самих футболистов. [6]

Другим важным геометрическим принципом является анализ зон покрытия. Каждому игроку на поле отводится определенная зона ответственности, в которой он должен обеспечивать контроль пространства. Эти зоны могут быть как динамическими, меняющимися в зависимости от ситуации, так и статическими в рамках определенных тактических схем. Задача тренера — распределить игроков по таким зонам таким образом, чтобы минимизировать открытые участки поля, которые могут использоваться соперником для атаки. Геометрический анализ позволяет более точно рассчитать, как должны перемещаться игроки, чтобы поддерживать плотную оборону или создавать атаки через свободные зоны. [6]

Траектории движения игроков также анализируются с помощью геометрии. Например, при построении контратак необходимо, чтобы игроки перемещались по таким траекториям, которые минимизируют временные затраты на прохождение обороны соперника. Это касается не только дриблинга с мячом, но и движения игроков без мяча, которые должны открываться в такие зоны, где они могут получить пас или отвлечь защитников соперника. Оптимизация этих траекторий может значительно улучшить динамику командной игры и создать дополнительные шансы для голевых атак. [7]

Геометрия также активно используется в анализе оборонительных действий. При защите важно правильно распределить игроков, чтобы перекрыть возможные пути для

атак соперника и минимизировать возможность проникновения в опасные зоны. Оптимальная геометрическая форма оборонительной линии, которая, например, может представлять собой дугу или ромб, позволяет эффективно закрывать ключевые направления атак соперника. Это также помогает защитникам быстрее адаптироваться к изменениям в игре и блокировать попытки соперника пройти через центральную или фланговые зоны. [2, 3]

Современные технологии, такие как системы трекинга движения игроков на поле, позволяют собирать огромные массивы данных, которые затем анализируются с помощью математических и геометрических методов. Это позволяет тренерам и аналитикам не только оценивать текущие показатели игроков, но и просчитывать потенциальные варианты улучшения командной игры. Такие системы предоставляют информацию в реальном времени, что дает возможность корректировать тактику прямо во время матча. [7]

Использование геометрии в футболе выходит за рамки классических тактик и позволяет создавать инновационные подходы к управлению игрой. В сочетании с анализом данных и развитием технологий, геометрия становится мощным инструментом для улучшения как индивидуальной, так и командной игры. Правильное распределение игроков по полю, учет зон ответственности, анализ углов и траекторий создают основу для успешного выполнения тактических задач на поле. [1]

Таким образом, пространственное распределение команды на поле с использованием геометрических методов является важным элементом современной футбольной аналитики. Оптимизация этих процессов позволяет улучшить как атакующие, так и защитные действия команды, создавая условия для более эффективного ведения игры. Применение геометрии в футболе открывает новые возможности для тренеров и аналитиков, помогая им разрабатывать более точные и эффективные тактические схемы, которые учитывают как особенности команды, так и сильные стороны соперников. [1]

Еще одной важной областью применения геометрии является стандартизация и оптимизация выполнения стандартных положений, таких как угловые и штрафные удары. Эти игровые эпизоды нередко решают исход матча, и грамотное использование геометрических принципов может существенно повысить их эффективность. Например, расчет угла подачи углового удара и выбор позиции для его завершения позволяют минимизировать риск отбивания мяча соперником и увеличивают шансы на взятие ворот. Аналогичным образом, при выполнении штрафных ударов важным аспектом является правильный расчет траектории полета мяча, который зависит от таких факторов, как расстояние до ворот, положение вратаря и углы для удара. [7]

Геометрия находит свое применение и в области психологии футбольной игры. Анализ пространственного распределения игроков помогает тренерам не только выработать тактические схемы, но и обучать игроков пра-

вильному позиционированию, что напрямую влияет на их уверенность в себе на поле. Понимание того, как эффективно использовать пространство и как взаимодействовать с партнерами по команде, помогает игрокам лучше осознавать свои действия и принимать более уверенные решения в сложных ситуациях. Это, в свою очередь, снижает уровень стресса в динамичных игровых эпизодах и способствует улучшению общего результата. [7]

Одной из ключевых целей в футболе является доминирование на поле, и именно через контроль пространства команды могут достигать этой цели. Это требует не только высокого уровня физической подготовки игроков, но и умения быстро перемещаться между зонами и перекрывать критические участки поля. Здесь геометрические методы также оказываются полезными: они помогают тренерам выявить, как наиболее эффективно распределить игроков, чтобы контролировать пространство и не допускать свободных зон, которые могут быть использованы соперником для атаки. В этом контексте важно понимать, что футбольное поле — это не просто игровая пло-

щадка, а целый комплекс взаимодействий, которые требуют точных и быстрых решений. [7]

Современный футбол требует все более глубокого использования данных и аналитики, и применение геометрии становится неотъемлемой частью этого процесса. Это касается не только клубов, которые борются за титулы в ведущих лигах, но и команд на всех уровнях. Каждый футбольный матч становится всё более сложным с точки зрения тактики, и команды, которые могут наиболее эффективно использовать пространство на поле, получают конкурентное преимущество. Это касается как атакующих действий, так и защиты, где грамотное распределение игроков и учет их движения по полю позволяет успешно противостоять сопернику. [6]

Таким образом, применение геометрии в распределении команды на футбольном поле — это важный инструмент для улучшения командной игры, который позволяет более эффективно управлять пространством, оптимизировать тактические схемы и повышать общую эффективность игры. [1]

Литература:

1. Модели тактики игры в футболе: монография / В. М. Костюкевич, Е. П. Врублевский. — М.: Спорт, 2020. — 168 с.
2. Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев, Э. Г. Позняк, И. И. Юдин. (2018–2024). Геометрия 8 класс.
3. А. В. Погорелов, Москва 1995 г. Геометрия.
4. Футбол: книга-тренер. — Москва: Эксмо, 2020. — 272 с.: ил.
5. Дитрих Шульце-Мармелинг, Профессия тренер. Германия 2021 г.
6. Голомазов с. В., Чирва Б. Г. Футбол. Универсальная техника атаки.
7. Петухов А. В. Футбол. Формирование основ индивидуального технико-тактического мастерства юных футболистов.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Сравнительный анализ производительности сетевых плагинов оркестратора Kubernetes

Бойдадаев Мухаммадшахзод Нодирович, студент магистратуры
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва)

В статье анализируются сетевые плагины (CNI) в Kubernetes: Flannel, Cilium, Calico и Canal. Представлены описания каждого плагина, их принцип работы. Целью является сравнительный анализ различных параметров, таких как производительность, безопасность и потребление ресурсов (ОЗУ, ЦП). На основе данных, полученных в результате анализа, в статье делается вывод о том, какой плагин является лучшим выбором среди изученных.

Ключевые слова: Kubernetes, CNI, Flannel, Cilium, Calico, Canal, бенчмарк, производительность

Comparative performance analysis of Kubernetes orchestrator network plug-ins

Boidadaev Mukhammadshakhzod Nodirovich, student master's degree
National Research University «Higher School of Economics» (Moscow)

The article analyzes network plugins (CNI) in Kubernetes: Flannel, Cilium, Calico and Canal. Descriptions of each plugin and their principle of operation are presented. The goal is a comparative analysis of various parameters, such as performance, security, and resource consumption (RAM, CPU), with performance being the central parameter being studied. Based on the data obtained as a result of the analysis, the article concludes which plugin is the best choice among those studied.

Keywords: Kubernetes, CNI, Flannel, Cilium, Calico, Canal, benchmark, performance

Введение

Kubernetes — платформа, которая обеспечивает эффективную оркестрацию контейнеров, декларативный и модульный подход к развертыванию и управлению контейнерными рабочими нагрузками, упрощая разработчикам и операторам развертывание и управление своими приложениями в масштабе. Позволяет легко управлять контейнерными приложениями, автоматизировать развертывание и масштабирование, а также обеспечивать высокую доступность и отказоустойчивость приложений.

Kubernetes также предлагает динамичную экосистему инструментов и интеграций, которые делают ее мощной платформой для создания современных облачных приложений. О некоторых инструментах (плагины) мы поговорим в нашей статье, разберем плюсы и минусы, сравним их по ряду параметров: производительности, безопасности, потреблению ресурсов.

Также в статье приведен пример мета-плагина — Multus, который поддерживает подключение всех исследуемых плагинов.

Материалы и методы исследования

Для сравнения использовались следующие сетевые плагины (CNI): Flannel, Cilium, Calico, Canal (комбинация Flannel + Calico). Анализ их параметров производился на основе данных бенчмарка этих плагинов. Для бенчмарка использовался ряд протоколов в 10 Гбитной сети: TCP, UDP, HTTP, FTP и SCP.

Тестирование проводилось на трех серверах Supermicro, подключенных через коммутатор Supermicro 10 Гбит/с. Серверы были напрямую подключены к коммутатору с помощью пассивных кабелей SFP+ DAC и были настроены в одной и той же VLAN с включенными Jumbo-кадрами (MTU9000). В установке использовался Kubernetes 1.14.0 на Ubuntu 18.04 LTS, который работал с Docker 18.09.2

Чтобы повысить воспроизводимость, мастер размещен на первом узле, серверная часть теста на втором сервере, а клиентская часть на третьем. Для достижения этого использовался nodeSelector в развертываниях Kubernetes.

Для лучшего восприятия сравнение представлено в виде линейных диаграмм, за эталон взято «голое железо».

Описание плагинов, их принцип работы

Плагин Flannel — это сетевое решение для Kubernetes, которое обеспечивает простой и эффективный способ подключения контейнеров к разным узлам в кластере.

Flannel можно использовать в различных облачных средах, таких как AWS, GCP, Azure и в локальных центрах обработки данных.

Принцип работы: назначает уникальный IP-адрес каждому модулю в кластере, позволяя им взаимодействовать друг с другом. Он работает путем создания наложения виртуальной сети поверх базовой физической сети, используя протокол VXLAN для инкапсуляции и маршрутизации сетевого трафика между модулями. Flannel также предоставляет простой API для настройки виртуальной сети, позволяя администраторам настраивать топологию сети и правила маршрутизации по мере необходимости.

Flannel использует распределенное хранилище ключей и значений, такое как etcd или Consul, для поддержания состояния сети и обеспечения согласованного представления топологии сети всеми узлами. На каждом узле работает небольшой агент, называемый «flanneld», который взаимодействует с хранилищем «ключ-значение» для получения информации о конфигурации и управления сетевым интерфейсом на хосте.

Когда контейнер запускается, он запрашивает IP-адрес у агента flanneld, работающего на хосте. Агент назначает доступный IP-адрес из сетевого пула Flannel и создает виртуальный интерфейс на узле, который соединяет пространство имен сети контейнера с оверлейной сетью Flannel.

Когда контейнер хочет связаться с другим контейнером на другом узле, он отправляет трафик на IP-адрес шлюза Flannel, который является виртуальным IP-адресом, назначенным каждому узлу в кластере. Агент Flannel на принимающем узле направляет трафик на виртуальный интерфейс целевого контейнера, а сетевой стек контейнера обрабатывает все остальное.

Cilium — это подключаемый модуль сети и безопасности для контейнерных приложений. Он предоставляет прозрачные сетевые службы и службы безопасности на основе намерений для контейнеров, упрощая применение политик и повышая прозрачность в крупномасштабных развертываниях контейнеров. Cilium использует технологии ядра Linux, такие как eBPF, для эффективной обработки сетевого трафика и применения политик на сетевом и прикладном уровнях. Он также интегрируется с Kubernetes для обеспечения динамического обнаружения сервисов и автоматического обновления политик.

Обычно он используется в облачных средах, таких как Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) и Microsoft Azure для обеспечения безопасной связи в сети и микросервисов.

Принцип работы: обеспечивает безопасное сетевое подключение между службами приложений с использованием технологии eBPF (расширенный фильтр пакетов Berkeley). Он использует комбинацию политик уровня 3/4 и уровня 7 для принудительной изоляции и сегментации сети, а также обеспечивает видимость сетевого трафика и может использоваться для применения политик детального контроля доступа на основе меток и пространств имен Kubernetes.

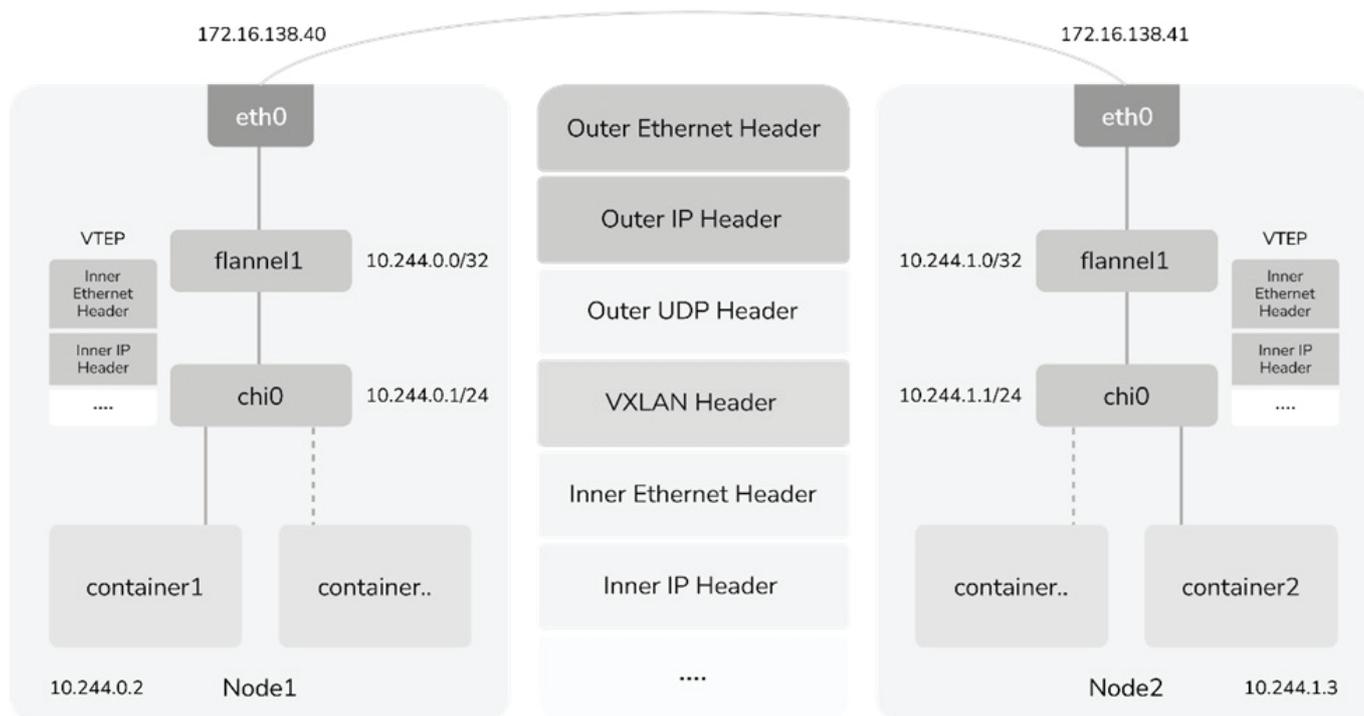


Рис. 1. Принцип работы плагина Flannel

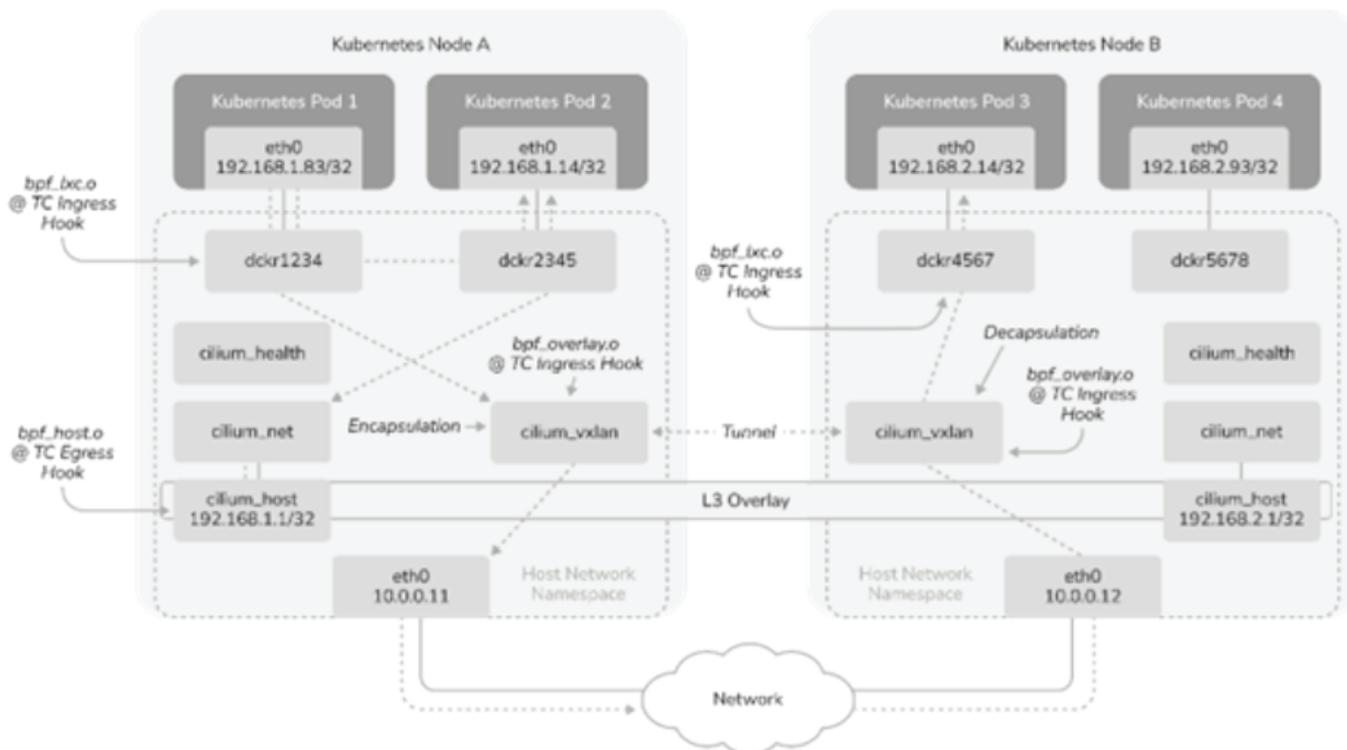


Рис. 2. Принцип работы плагина Cilium

Calico — плагин, используемый для обеспечения сетевого подключения и безопасности для контейнерных приложений в среде Kubernetes. Он использует чистый подход уровня 3 к сети, что означает, что он избегает сложности и накладных расходов, связанных с оверлейной сетью. Calico также предлагает расширенные функции безопасности, такие как принудительное применение сетевых политик, которые позволяют администраторам определять и применять подробные правила о том, как различные наборы модулей могут взаимодействовать друг с другом.

Он так же, как и предыдущие плагины, используется в облачных средах, таких как AWS, GCP и Azure, а также в локальных центрах обработки данных.

Принцип работы: Calico обеспечивает связь между контейнерами на нескольких узлах в кластере путем создания наложения виртуальной сети.

Он использует BGP (протокол пограничного шлюза) для распределения маршрутов и поддерживает несколько сетевых режимов, таких как IP-контейнер и хост-контейнер. Calico также обеспечивает применение сетевых политик, позволяя администраторам определять и применять правила брандмауэра и элементы управления доступом.

Когда контейнер запускается на узле Kubernetes, плагин Calico создает виртуальный Ethernet-интерфейс для контейнера и назначает ему IP-адрес. Calico определяет сетевые политики с помощью объектов Kubernetes NetworkPolicy, которые могут указывать разрешенный или запрещенный трафик на основе исходного и конечного IP-адресов, портов и протоколов.

Calico использует алгоритм распределенной маршрутизации, чтобы обеспечить эффективную маршрутизацию трафика между контейнерами, даже если они работают разных узлах. Плагин также предоставляет расширенные сетевые функции, такие как применение сетевой политики, балансировка нагрузки и формирование трафика.

Плагин Canal использует сетевые технологии Calico и Flannel для обеспечения безопасной, масштабируемой и высокопроизводительной сети. Canal позволяет модулям в кластере Kubernetes беспрепятственно и безопасно взаимодействовать друг с другом независимо от базовой инфраструктуры. Он также обеспечивает межкластерную связь и поддерживает сетевые политики для обеспечения контроля доступа и изоляции.

Так же, как и другие плагины, используется в различных облачных средах и локальных центрах обработки данных, включая AWS, GCE, Azure, OpenStack, а также на «голом железе». Плагин позволяет определять и применять сетевые политики, помогая повысить безопасность и обеспечить сетевую изоляцию между модулями.

Принцип работы: использует компоненты Flannel и Calico для обеспечения возможностей работы в сети и применения сетевых политик. Flannel обеспечивает оверлейную сеть, а Calico обеспечивает применение сетевой политики. Плагин Canal устанавливается как набор демонов на каждом узле в кластере Kubernetes и отвечает за настройку сетевых политик и политик сетевой безопасности для модулей, работающих в кластере.

Canal устанавливает виртуальный сетевой интерфейс на каждом узле Kubernetes и назначает ему IP-адрес. Затем

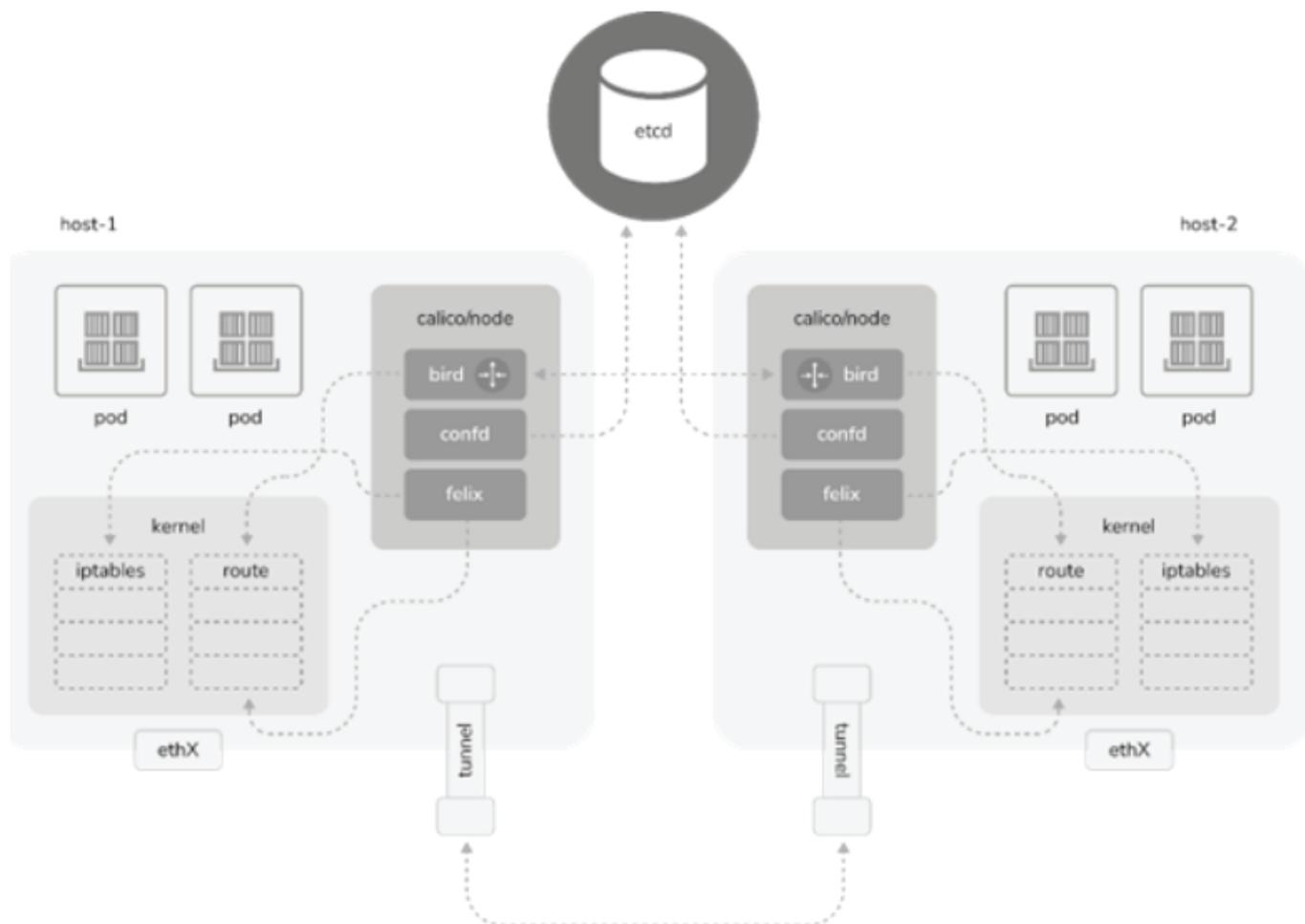


Рис. 3. Принцип работы плагина Calico

он создает виртуальный сетевой интерфейс на каждом модуле и назначает ему IP-адрес из сети Flannel.

Подключаемый модуль Canal также обеспечивает применение сетевой политики с помощью объектов Kubernetes NetworkPolicy. Он позволяет вам определять правила, которые контролируют входящий и исходящий сетевой трафик к модулям на основе различных критериев, таких как IP-адреса, порты и протоколы.

Плагин Multus обеспечивает возможности работы с несколькими сетями в одном кластере Kubernetes. Это позволяет модулям одновременно подключаться к нескольким сетям, что упрощает развертывание сложных приложений, требующих доступа к нескольким сетям.

Multus позволяет создавать и управлять несколькими сетевыми интерфейсами для каждого модуля, предоставляя больше гибкости и полномочий при настройке сети.

Кроме того, Multus поддерживает широкий спектр сетевых плагинов, что позволяет пользователям выбирать лучший плагин для каждого сетевого интерфейса.

Multus можно использовать в различных облачных средах и локальных центрах обработки данных, поддерживающих Kubernetes.

Принцип работы

Принцип работы Multus заключается в использовании API Kubernetes Network Attachment Definition (NAD) для определения дополнительных сетевых интерфейсов. Каждый подключенный сетевой интерфейс реализован в виде отдельного плагина CNI, который можно настраивать независимо.

При создании модуля подключаемый модуль Multus создает контейнер, в котором выполняются все подключаемые модули CNI для каждого сетевого интерфейса. Эти подключаемые модули отвечают за настройку сетевых интерфейсов, назначение IP-адресов и управление сетевыми пространствами имен и таблицами маршрутизации.

Исследование производительности сетевых плагинов (CNI) Kubernetes

Тестирование производительности проводилось по ряду протоколов: TCP, UDP, HTTP, FTP и SCP. Для эталонного сравнения использовался бенчмарк на «голом железе». Числовые данные на диаграмме отображены в виде Мбит/с.

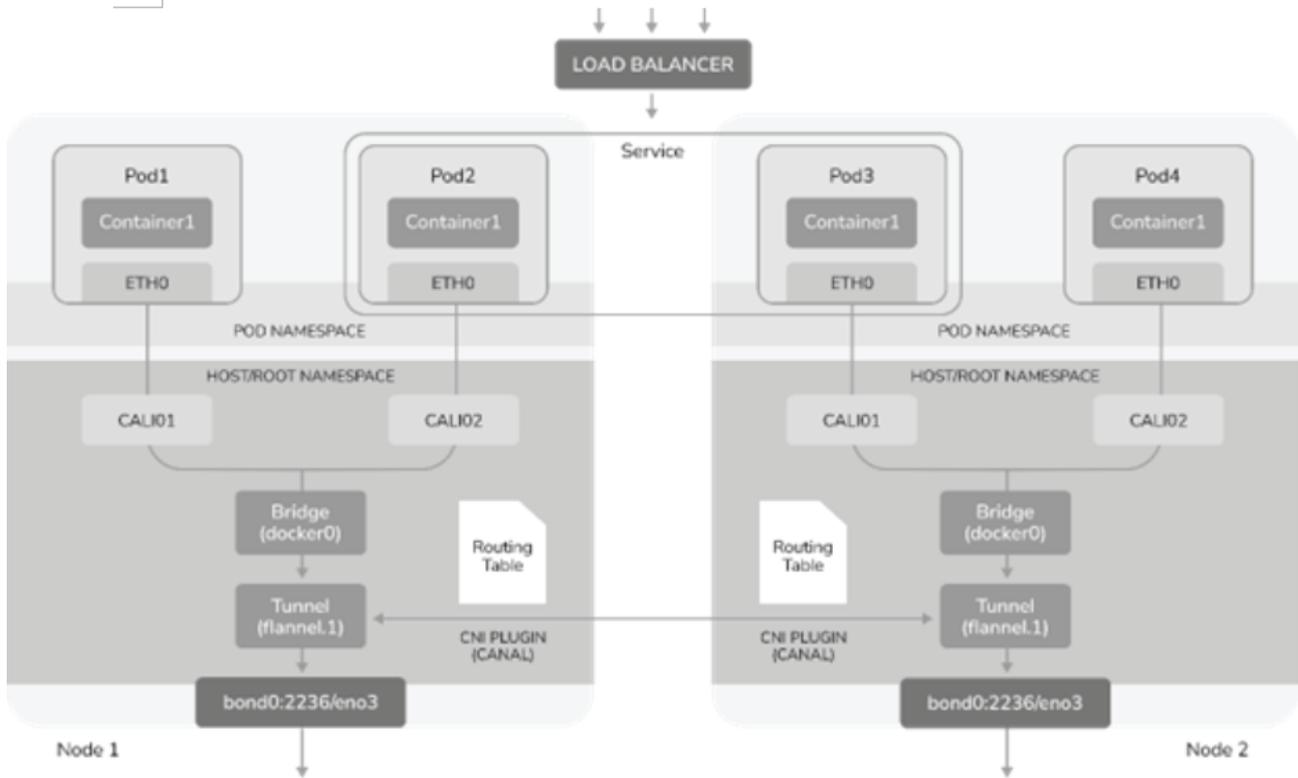


Рис. 4. Принцип работы плагина Canal

Multus Network Workflow in kubernetes

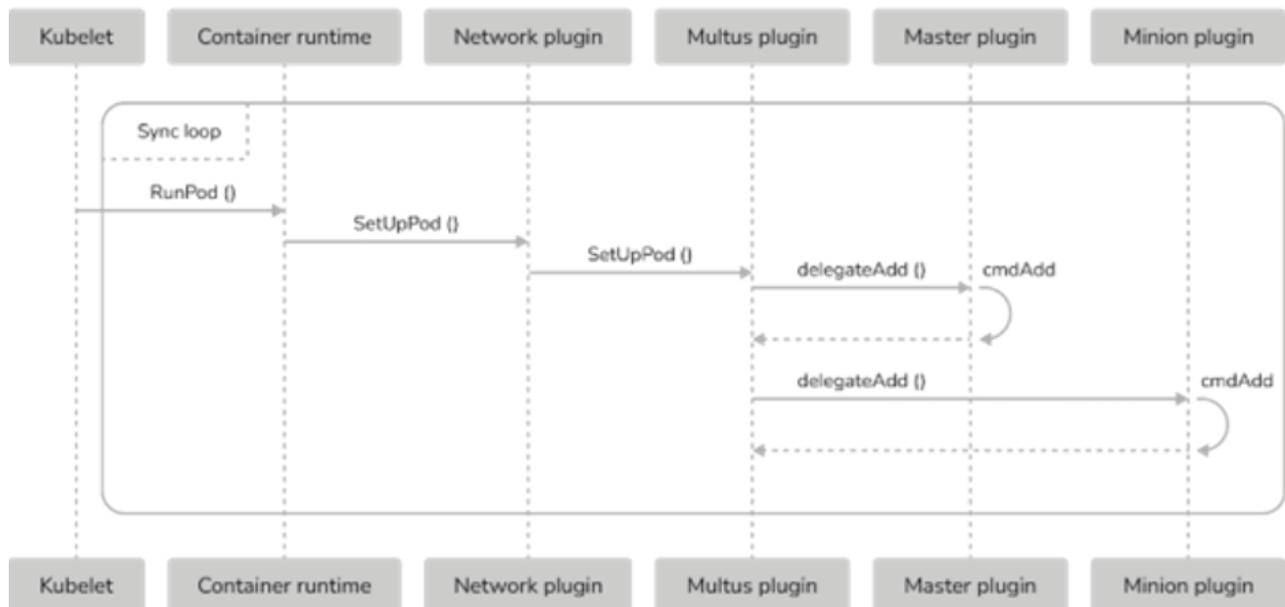


Рис. 5. Принцип работы плагина Multus

По результатам данного тестирования видно, что все CNI примерно одинаково справились с задачей. Лидирует в данном бенчмарке плагин Calico, хоть и с небольшим отрывом от Canal и Flannel. Cilium немного отстает на 134 Мбит/с от ближайшего от него результата у Canal.

В бенчмарке по протоколу UDP сохраняется почти такая же картина, как и при тестировании по протоколу TCP: сохраняется лидерство сетевого плагина Calico, а Cilium отстает, общая производительность в сравнении с «голым железом» также показывает хорошие результаты.

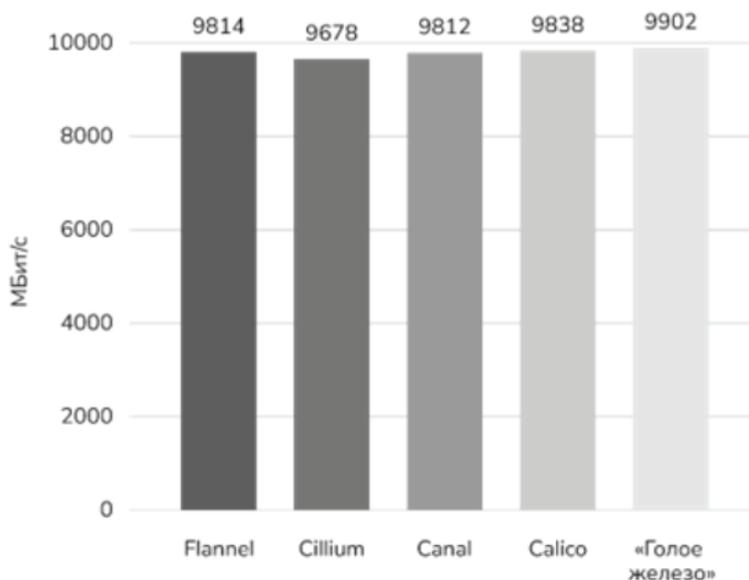


Рис. 6. Бенчмарк CNI в 10Гбитной сети по протоколу TCP

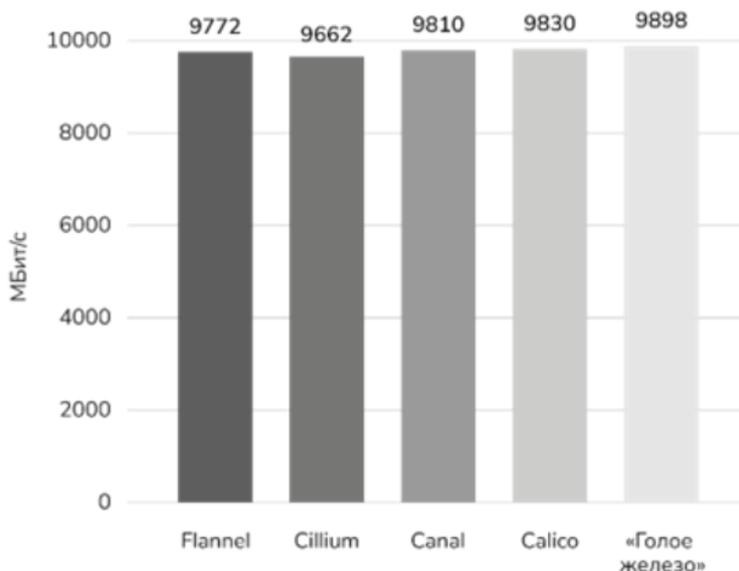


Рис. 7. Бенчмарк CNI в 10Гбитной сети по протоколу UDP

При переходе на тестирование по протоколу HTTP ситуация меняется, общая производительность немного просела, в лидеры выбивается гибридный плагин Canal, а его составляющие Calico и Flannel располагаются на третьем и четвертом месте по производительности соответственно. Прежде располагающийся в отстающих Cilium занимает второе место по производительности.

Бенчмарк протокола FTP показывает следующие результаты: есть проседание в общей производительности, а также локально сильно просел плагин Cilium. В лидерах по производительности находится CNI Flannel.

Результаты данного бенчмарка нам показывает, как сильно падает производительность не только плагинов, но и «голого железа» при использовании протокола SCP, который использует защищенную оболочку SSH для пе-

редачи данных. В целом все плагины одинаково справились с задачей, но Flannel справился немного лучше всех.

Тестирование CNI по потребности в ресурсах и безопасности

Безопасность оценивалась по двум параметрам: способности к шифрованию данных и реализации сетевой политики. Среди исследуемых плагинов, только Cilium шифрует данные. Он обеспечивает шифрование данных при передаче с использованием протокола Transport Layer Security (TLS). Cilium использует взаимный TLS (mTLS) для безопасной связи между микросервисами.

Если говорить про реализацию сетевой политики, то все исследуемые CNI справляются с задачей настройки

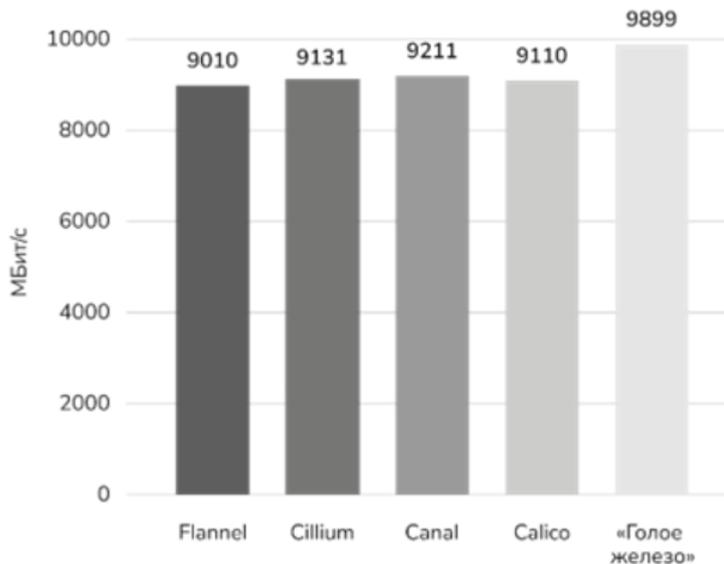


Рис. 8. Бенчмарк плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети по протоколу HTTP

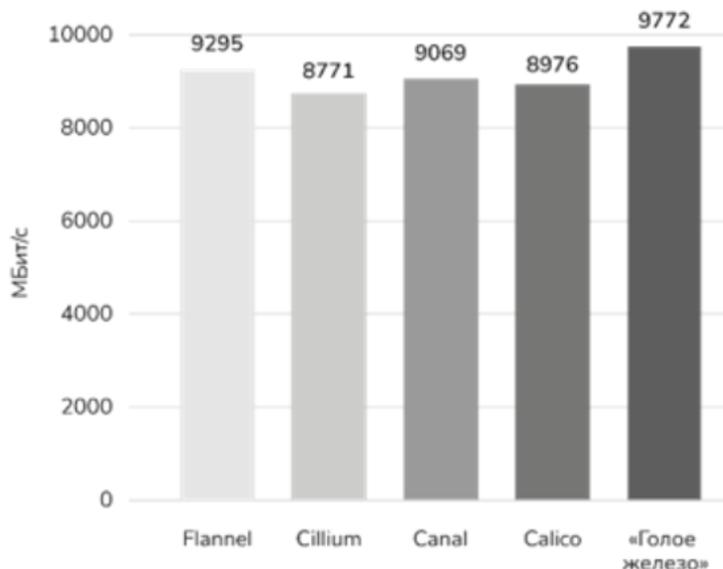


Рис. 9. Бенчмарк плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети по протоколу FTP

правил как Ingress, так и Egress, кроме плагина Flannel, у которого вообще нет сетевых политик.

Перейдем к сравнению CNI по потреблению ресурсов: для анализа возьмем потребление RAM и CPU. Для сравнения кроме «голого железа» в диаграмме также приведены показатели потребления оркестратором Kubernetes без использования плагинов.

Среди всех наименее затратным оказался Flannel. Плагины Calico и Canal имеют потребление RAM также на хорошем уровне. Cilium потребляет почти в 1,83 раза больше, чем лидер данного бенчмарка Flannel.

Результаты по тестированию потребления CPU показывают похожие соотношения. Лидирует Flannel, с показателем в 57 промилле. Cilium в этот раз потребляет в 1,95 раз больше, чем Flannel. Остальные два плагина приближены имеют хорошие результаты потребления.

Заключение

На основании проведенных бенчмарков можно сделать вывод, что наиболее производительными можно считать CNI Flannel и Calico, так как оба в части тестов показали лучшие показатели производительности. Так же эту точку зрения подкрепляют результаты анализа потребления RAM и CPU.

Высокая производительность плагина Flannel вероятно связана с его компактностью, а также его совместимостью с большим количеством архитектур. Так же к вероятным причинам стоит добавить способность этого плагина автоматически определять MTU.

Что касается безопасности из двух лучших стоит использовать плагин Calico. Высокая производительность этого плагина обусловлена тем, что он пропускает только тот трафик, который вы устанавливаете сами.

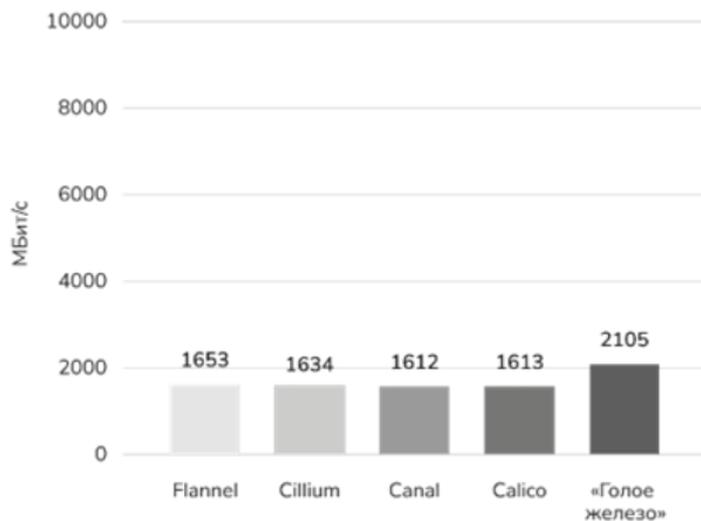


Рис. 10. Бенчмарк плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети по протоколу SC

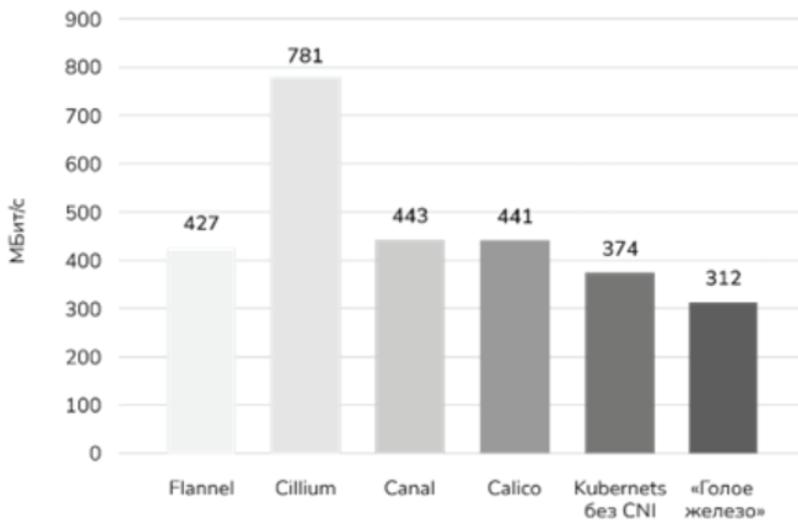


Рис. 11. Бенчмарк потребления RAM плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети

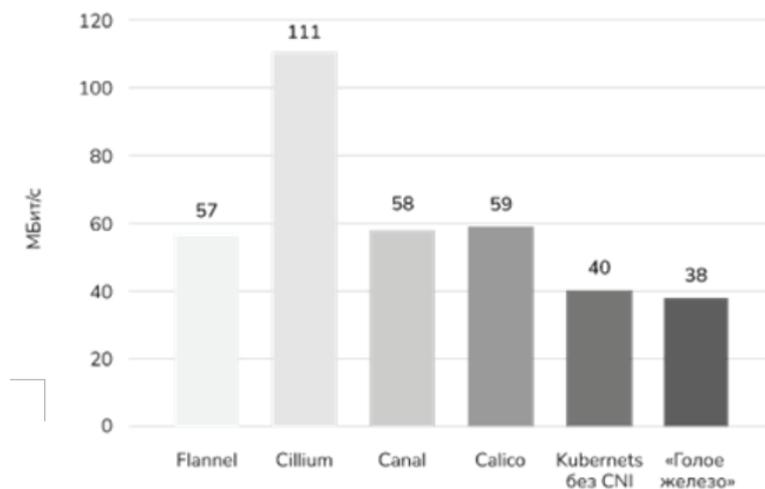


Рис. 12. Бенчмарк потребления CPU плагинов Kubernetes в 10Гбитной сети

Литература:

1. Ковалев М. Г. Трассировка сетевых пакетов в ядре Linux с использованием EBPF // Труды ИСП РАН. 2020. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trassirovka-setevyih-paketov-v-yadre-linux-s-ispolzovaniem-ebpf>
2. Липатова Софья Евгеньевна, Белов Юрий Сергеевич ПРАКТИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В KUBERNETES // E-Scio. 2022. № 1 (64). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktiki-obespecheniya-kiberbezopasnosti-v-kubernetes>
3. Урманцева Н. Р., Хитрень Д. В. Применение виртуальных контейнеров при создании медицинских информационных систем // ВК. 2021. № 2 (42). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-virtualnyh-konteynerov-pri-sozdanii-meditsinskih-informatsionnyh-sistem>
4. Фаррахов И. Г., Якупов И. М. Автоматизированный инструментарий развертывания облачных сервисов // Мировая наука. 2021. № 2 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannyu-instrumentariy-razvertyvaniya-oblachnyh-servisov>
5. <https://itnext.io/benchmark-results-of-kubernetes-network-plugins-cni-over-10gbit-s-network-updated-april-2019-4a9886efe9c4> — Benchmark results of Kubernetes network plugins (CNI) over 10Gbit/s network
6. <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/> — официальный сайт платформы Kubernetes

Декодирование стирания

Горлачев Дмитрий Евгеньевич, студент;
Мирный Никита Михайлович, студент
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

В статье автор исследует подверженность данных к ошибкам во время их передачи, а также способ появления стираний, как происходит стирание и рассмотрение метода исправления ошибок.

Ключевые слова: стирание, двоичное декодирование стирания.

Стирание — это ошибка, в которой местоположение ошибки известно, а ее значение — нет. Ошибки могут возникать несколькими способами. В некоторых приемниках принятый сигнал можно проверить, не выходит ли он за допустимые пределы. Если он выходит за эти пределы, он объявляется стиранием. (Например, для сигнала BPSK, если принимаемый сигнал слишком близок к началу координат, может быть объявлено об ошибке).

Пример. Еще один способ, которым стирание может произойти при пакетной передаче, заключается в следующем.

Предположим, что последовательность кодовых слов c_1, c_2, \dots, c_N записана в строки матрицы, как показано в таблице 1.

Таблица 1

c_{10}	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n-1}
c_{20}	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n-1}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
c_{N0}	c_{N1}	c_{N2}	...	c_{Nn-1}

Затем столбцы считываются, давая последовательность данных

$$[c_{10}, c_{20}, \dots, c_{N0}], [c_{11}, c_{21}, \dots, c_{N1}], [c_{12}, c_{22}, \dots, c_{N2}], \dots, [c_{1n-1}, c_{2n-1}, \dots, c_{Nn-1}]$$

Предположим, что теперь они отправляются в виде последовательности из n пакетов данных, каждый из которых имеет длину N по каналу, который подвержен потере пакетов, но где потеря пакета известна получателю (например, интернет, использующий протокол, не гарантирующий доставку, такой как UDP). На приемнике пакеты записываются в матрицу в порядке столбцов — оставляя пустой столбец, соответствующий потерянному пакету, — а затем считываются в порядке строк. Предположим, что в этой схеме один из пакетов, скажем, третий, потерян при передаче. Тогда чередующиеся данные в приемнике, будут записаны как показано в таблице 2.

Таблица 2

c_{10}	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n-1}
c_{20}	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n-1}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
c_{N0}	c_{N1}	c_{N2}	...	c_{Nn-1}

где серые поля обозначают потерянные данные. Хотя потерянный пакет приводит к целому столбцу потерянных данных, он представляет собой только один стертый символ кодовых слов, символ, местоположение которого известно.

Иногда стирания также могут быть объявлены с помощью техники конкатенированного кодирования, когда внешний код объявляет стирания в некоторых позициях символов, которые затем исправляются внутренним кодом.

Рассмотрим возможность стирания для кода с расстоянием d_{min} . Один стертый символ, удаленный из кода (без дополнительных ошибок), оставляет код с минимальным расстоянием не менее $d_{min} - 1$. Таким образом, f стертые символы могут быть «заполнены» при условии, что $f < d_{min}$. Например, код Хэмминга с $d_{min} = 3$ может исправить до 2 стираний.

Теперь предположим, что существуют и ошибки, и стирания. Для кода с d_{min} с одним стиранием, остаются $n - 1$ не стертые координаты, и кодовые слова разделены расстоянием не менее $d_{min} - 1$. В более общем случае, если есть f стертых символов, то расстояние между оставшимися цифрами не менее $d_{min} - f$. Пусть t_f обозначим расстояние декодирования случайной ошибки при наличии / стираний, мы можем исправить до

$$t_f = (d_{min} - f - 1) / 2$$

Таблица 3

Вставка: Протокол UDP
UDP — протокол пользовательских дейтаграмм — является одним из протоколов в наборе протоколов TCP/IP. Самый распространенный протокол, TCP, обеспечивает доставку пакетов, подтверждая каждый успешно полученный пакет и повторно передавая пакеты, которые запутались или потерялись при передаче. UDP, с другой стороны, является открытым протоколом, который не гарантирует доставку пакетов. По ряду причин он имеет меньшую задержку доставки и, как следствие, представляет интерес для коммуникационных приложений, работающих в режиме, близком к реальному времени. Разработчик приложения должен бороться с потерянными пакетами, используя, например, методы коррекции ошибок.

Если есть f стирания и ошибки, они могут быть исправлены при условии, что

$$2e + f < d_{min}$$

Поскольку исправление ошибки требует определения как положения ошибки, так и ее значения, в то время как заполнение стирания требует определения только значения ошибки, по существу, может быть заполнено в два раза больше стираний, чем исправлено ошибок.

Теперь мы рассмотрим, как с помощью заданного алгоритма декодирования одновременно заполнить f пробелов и исправить e ошибок в двоичном коде. В этом случае для каждой ошибки достаточно определить, каким должно быть пропущенное значение — единицей или нулем. Алгоритм декодирования ошибок для этого случая может быть описан следующим образом:

1. Поставьте нули во все стертые координаты и декодируйте, используя обычный декодер для данного кода. Назовем полученное кодовое слово c_0 .
2. Поставьте единицы во все стертые координаты и декодируйте, используя обычный декодер для данного кода. Назовем полученное кодовое слово c_1 .
3. Найдите, какое из c_0 и c_1 ближе всего к r . Это код вывода.

Давайте разберемся, почему этот декодер работает. Предположим, что у нас есть $(2e + f) < d_{min}$ (так что правильное декодирование возможно). Присваивая 0 координатам f , мы тем самым генерируем e_0 ошибок, $e_0 \leq f$ так что общее число ошибок, подлежащих исправлению, равно $(e_0 + e)$ Присваивая 1 к f стертых координатам, мы делаем e_1 ошибки, $e_1 \leq f$, так что общее число ошибок, подлежащих исправлению, составляет $(e_1 + e)$. Заметим, что $e_0 + e_1 = f$, так что либо e_0 , либо e_1 меньше или равно $f / 2$. Таким образом, либо

$$2(e + e_0) \leq 2(e + f / 2) \text{ или } 2(e + e_1) \leq 2(e + f / 2),$$

и $2(e + f / 2) < d_{min}$, поэтому одно из двух декодирований должно быть правильным.

Декодирование стирания для недвоичных кодов зависит от конкретной структуры кода (например, декодирование кодов Рида-Соломона).

Литература:

1. Moon, Todd K. (2005). Error Correction Coding.

Remote controlled intelligent robot dog

Jummanov Ulugbek Vepayevich, student;

Guvanjova Ayjeren Guvanjovna, student;

Muhammedova Ayjahan Vepayevna, student

Engineering-Technological University of Turkmenistan named after Oguz Khan (Ashgabat, Turkmenistan)

The development of remote-controlled intelligent robotic dogs represents a significant advancement in robotics and artificial intelligence, aiming to enhance human-robot interaction. This paper explores the design, functionality, and applications of these robotic companions, focusing on their ability to mimic canine behavior and respond to human commands through advanced algorithms and sensors. Utilizing machine learning techniques, these robotic dogs can adapt their responses based on user interactions, thereby improving their utility in various settings such as therapy, companionship, and assistance for individuals with disabilities. The research highlights the integration of cutting-edge technologies like edge computing and wearable sensors that enable real-time data processing and interaction. By examining both the technical aspects and the social implications of robotic dogs, this study aims to contribute to the ongoing discourse on the role of intelligent machines in society.

Keywords: robotic dogs, artificial intelligence, human-robot interaction, machine learning, edge computing.

Introduction

The emergence of robotic companions has transformed the landscape of robotics, particularly in the realm of social interaction. Remote-controlled intelligent robotic dogs are designed to provide companionship, entertainment, and assistance, mimicking the behaviors and characteristics of real dogs. This paper aims to investigate the technological foundations, design considerations, and potential applications of these robotic entities, as well as their implications for human-robot relationships.

Hardware Components

The design of the robotic dogs included several essential hardware components. Microcontrollers functioned as the central processing unit, managing inputs from various sensors and controlling motor outputs. The sensors incorporated ultrasonic technology for obstacle detection, cameras for visual recognition, and microphones for sound detection. Actuators facilitated movement and articulation, enabling the robots to walk, sit, or perform tricks. Communication modules allowed for remote control via smartphones or other devices using Wi-Fi or Bluetooth connectivity.

Software Architecture

The software architecture is integral to the robot's functionality. Key elements include:

Control Algorithms: Implementing basic movement patterns and responses to user commands.

Machine Learning Models: Enabling the robot to learn from interactions and improve its behavior over time.

User Interface: A mobile application or web interface that allows users to control the robot and customize its settings.

Remote-controlled intelligent robotic dogs are designed to offer a wide range of interactive functionalities that enhance user experience and engagement. These functionalities can be categorized into several key areas:

Interactive Play and Engagement

Robotic dogs often incorporate advanced interaction capabilities, allowing them to engage in various games and activities. For example:

Voice Control: Many robotic dogs respond to voice commands, enabling users to instruct them to perform actions such as sitting, dancing, or playing fetch. This feature enhances user interaction by making commands intuitive and engaging.

Touch Sensitivity: Some models are equipped with touch sensors that allow them to respond to physical interactions, such as petting or tapping. This capability helps create a more lifelike experience, as the robot can react with sounds and movements based on user touch.

Game Modes: Robotic dogs can include multiple game modes, allowing them to play various interactive games with

users. This not only provides entertainment but also fosters a sense of companionship.

Emotional and Social Interaction

These robotic companions simulated emotional responses to enhance their role as social partners. Utilizing artificial intelligence, some models adapted their behavior based on user interactions, learning preferences over time. This personalization fostered a bond between users and the robots. Advanced models also incorporated sensors capable of detecting emotional cues from users, such as voice tone or facial expressions, allowing for appropriate responses that provided comfort or companionship.

Practical Assistance

Beyond companionship, robotic dogs can serve practical functions:

Task Assistance: Some robotic dogs are designed to assist users with simple tasks, such as fetching items or alerting individuals to specific sounds (e.g., doorbells or alarms). This functionality can be particularly beneficial for individuals with disabilities or the elderly.

Smart Home Integration: Many robotic dogs can connect with smart home devices, allowing them to control lights, thermostats, or security systems through voice commands or app

integration. This capability transforms them into multifunctional assistants within the home environment.

Customization and Personalization

Robotic dogs often feature customizable settings that allow users to modify their behaviors and appearances:

Profile Creation: Users can create multiple profiles for their robotic dog, each with unique traits and behaviors. This allows family members to interact with a personalized version of the robot that suits their preferences.

App Integration: Many robotic dogs come with companion apps that enable users to track their dog's needs, customize responses, and even train the dog through interactive tasks. This integration enhances user engagement and control over the robot's functionalities.

Conclusion

The functionality of remote-controlled intelligent robotic dogs extends far beyond mere entertainment; they offer interactive play, emotional engagement, practical assistance, customization options, and educational value. As technology continues to advance, these robotic companions are likely to become even more integrated into daily life, providing both companionship and utility in various settings.

References:

1. Korondi, P., Miklósi, Á., & Gácsi, M. (2020). Human–dog relationships as a working framework for exploring social robotic design and human-robot attachment. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13673-020-00236-0>
2. Finn, C., Fu, Z., & Zhuang, Z. (2023). AI approach yields 'athletically intelligent' robotic dog. *Stanford News*. Retrieved from <https://news.stanford.edu/stories/2023/10/ai-approach-yields-athletically-intelligent-robotic-dog>
3. UCF Senior Design Team. (2022). Group 29 final project document: Designing a robot dog with virtual assistant capabilities. University of Central Florida. Retrieved from https://www.ece.ucf.edu/seniordesign/fa2021sp2022/g29/assets/documentation/Group_29_Final_Document.pdf

Comparing machine learning algorithms with large language models in detecting fake news in social media

Kazhymukhanov Alisher Timuruly, student master's degree;
Kozhamkulova Zhadra Zhumagulovna, PhD, associate professor
University «Turan» (Almaty, Kazakhstan)

This study investigates the application of machine learning algorithms in detecting fake news on social media platforms and compares them with large language models (LLMs) such as GPT, BERT, and others. Fake news is a critical issue that impacts public opinion and decision-making, and identifying it effectively is essential in maintaining the integrity of information ecosystems. This research explores the effectiveness of machine learning models, including Support Vector Machines (SVM), Random Forests (RF), and Neural Networks (NN), and evaluate their performance in contrast to LLMs, which excel at understanding context through vast training datasets. The study employs publicly available datasets to test accuracy, precision, recall, and F1 scores. Results of research indicate that while LLMs show higher accuracy due to their advanced context comprehension, traditional machine learning models are faster and more resource-efficient in certain applications.

Keywords: fake news detection, machine learning, social networks, large language models, neural networks, text classification, support vector machines.

The proliferation of fake news on social media poses a significant challenge to the global information environment. The rapid spread of disinformation has the potential to manipulate public perception, influence elections, and create societal divisions. To counter this threat, advanced computational methods such as machine learning (ML) and large language models (LLMs) have been proposed for detecting and classifying misleading content. The relevance of this study stems from the need to compare the effectiveness of traditional ML models, which rely on structured input features, with modern LLMs, which utilize deep contextual understanding. While LLMs have shown superior performance in natural language processing (NLP) tasks, their computational costs remain high, making them less viable for real-time applications [1]. This paper examines whether machine learning algorithms can provide a viable, efficient alternative or complement to LLMs in the task of fake news identification. The primary objective of this study is to analyze and compare the performance of machine learning algorithms and LLMs in identifying fake news on social media platforms. The research seeks to answer the following questions:

- Which machine learning algorithms are most effective for fake news detection?
- How do these models compare with LLMs such as GPT and BERT in terms of accuracy, speed, and resource efficiency?
- What are the potential benefits of hybrid models that combine elements of both approaches?

Research Question. How do machine learning algorithms and large language models compare in identifying fake news on social networks in terms of accuracy, computational cost, and real-time application?

The hypothesis posits that large language models will outperform traditional machine learning algorithms in accuracy and contextual understanding but will require greater computational resources. Machine learning algorithms, while less accurate in some contexts, may offer faster processing speeds and lower resource demands.

This study follows a comparative experimental approach, evaluating both machine learning models and LLMs on the same dataset. The dataset includes verified fake news and authentic news articles sourced from publicly available repositories such as the FakeNewsNet dataset.

Machine Learning Models: Support Vector Machines (SVM): A classifier that maximizes the margin between classes; Random Forest (RF): An ensemble learning method that operates by constructing multiple decision trees; Neural Networks (NN): Basic feed-forward neural networks trained on structured input features [3].

Large Language Models (LLMs): GPT (Generative Pre-trained Transformer): An autoregressive language model that uses deep learning to produce human-like text; BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers): A model that excels at context-dependent word predictions [4].

Data Preprocessing text data was preprocessed through tokenization, stemming, and stop-word removal. For machine learning models, features were extracted using term frequency-inverse document frequency (TF-IDF). LLMs utilized word embeddings inherent to their pre-training process.

Study evaluated the performance of each model using the following metrics:

1. Accuracy: The proportion of correct predictions.
2. Precision: The ability of the model to correctly identify fake news.
3. Recall: The proportion of actual fake news correctly identified.
4. F1 Score: A weighted average of precision and recall.
5. Computational Time: The time taken to process and classify the text.

Results. The comparison between machine learning algorithms and LLMs revealed significant differences in performance.

From the table 1, it is evident that LLMs, such as GPT and BERT, outperform traditional machine learning algorithms in all metrics except for computational time. The significant increase in accuracy and F1 score is due to LLMs' ability to understand and process deeper linguistic nuances. However, they come at the cost of much longer processing times.

Discussion. The results suggest that LLMs are more effective for fake news detection due to their superior contextual understanding. However, they demand more computational resources, which limits their scalability in real-time applications. Traditional machine learning models like SVM and RF, while less accurate, offer quicker classification times, making them more practical for immediate fake news detection. Hy-

Table 1

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score	Computational Time (s)
SVM	83%	81%	78%	80%	1.2
Random Forest	85%	84%	83%	83.5%	1.4
Neural Networks (NN)	88%	85%	87%	86%	2.0
GPT (LLM)	94%	92%	93%	92.5%	6.5
BERT (LLM)	96%	94%	95%	94.5%	7.9

brid approaches, combining the efficiency of traditional algorithms with the context-aware abilities of LLMs, may present a viable solution. For instance, a system could use an SVM for initial filtering and pass more ambiguous cases to an LLM for deeper analysis.

Conclusions. This study concludes that while large language models demonstrate higher accuracy and better contextual understanding in detecting fake news on social net-

works, machine learning algorithms remain competitive in terms of speed and computational efficiency. The best solution for real-time fake news detection may lie in hybrid models that balance these trade-offs. Future research should focus on optimizing the integration of these models to enhance both accuracy and performance. Additionally, further studies on the ethical implications and societal impact of automated fake news detection systems are recommended.

References:

1. Shu, K., Sliva, A., Wang, S., Tang, J., & Liu, H. (2017). Fake news detection on social media: A data mining perspective. *IEEE Intelligent Systems*, 32(5), 70–76.
2. Thota, A., Tilak, P., Ahluwalia, S., & Lohia, N. (2018). Fake news detection: A deep learning approach. *IEEE International Conference on Intelligent Systems and Green Technology (ICISGT)*, Visakhapatnam, India, pp. 1–5.
3. Zhou, X., & Zafarani, R. (2019). Network-based fake news detection: A pattern-driven approach. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 6(3), 830–846.
4. Shu, K., Wang, S., & Liu, H. (2019). Beyond news contents: The role of social context for fake news detection. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 31(6), 987–1001.
5. Khattar, D., Goud, J. S., Gupta, M., & Varma, V. (2019). MVAE: Multimodal variational autoencoder for fake news detection. *IEEE International World Wide Web Conference (WWW)*, pp. 2915–2921.
6. Kim, H., Oh, D., Choi, M., & Lee, H. (2018). Detecting fake news with machine learning models: A study on the performance and comparison with manual detection. *IEEE Access*, 6, 13464–13475

Цифровой деканат: слабые и сильные стороны

Розметов Тимур Халиллович, студент;

Байрамов Рахман Джумамурадович, студент;

Гелдимурадов Нурмухаммет, студент;

Хыдыров Ишанберди Ровшенович, студент

Научный руководитель: Гавирова Огулджан, преподаватель

Инженерно-технологический университет Туркменистана имени Огуз хана (г. Ашхабад, Туркменистан)

Данная статья посвящена изучению сильных и слабых сторон внедрения цифрового деканата в образовательных учреждениях, рассмотрению основных функций системы, её роли в улучшении взаимодействия между студентами и администрацией, а также анализу проблем и перспектив развития таких решений. Работа акцентирует внимание на необходимости комплексного подхода к разработке и внедрению цифрового деканата, учитывая современные требования к безопасности данных, удобству интерфейсов и функциональности.

Ключевые слова: цифровой деканат, автоматизация, образовательные технологии, студенты, образовательный процесс, информационная безопасность.

Введение

С переходом на цифровые технологии перед образовательными учреждениями встаёт задача оптимизации учебного процесса и улучшения взаимодействия между всеми его участниками. Цифровой деканат — это платформа, которая помогает автоматизировать административные процессы, такие как управление учебными данными, регистрация на курсы, отслеживание посещаемости и успеваемости, а также доступ к персональным данным студентов и сотрудников. Эта система позволяет создавать единое информационное пространство, где студенты могут

оперативно получать актуальные сведения о расписании, экзаменах и оценках, а сотрудники — обрабатывать запросы без лишних административных процедур. Внедрение цифрового деканата способно привести к значительным улучшениям, но его успешная реализация требует учёта возможных проблем и детальной проработки функционала, что позволит избежать потенциальных недостатков.

Сильные стороны цифрового деканата

1. Упрощение доступа к информации и улучшение информированности студентов. Цифровой деканат даёт воз-

возможность студентам оперативно просматривать учебные материалы и персональные данные, необходимые для организации учебного процесса. Система предоставляет доступ к данным о расписании, изменениях в учебном плане и сведениях об успеваемости, что помогает студентам лучше планировать своё время и распределять нагрузку. Примером является возможность онлайн-доступа к ведомостям, что упрощает процесс отслеживания прогресса и позволяет студентам своевременно реагировать на результаты своих учебных достижений.

2. Автоматизация административных процессов. Внедрение цифрового деканата позволяет упростить и оптимизировать многие административные процедуры, такие как подача заявлений на академический отпуск, смену курсов или изменение учебного плана. Внедрение автоматизации позволяет снизить нагрузку на сотрудников деканата, так как система берёт на себя обработку запросов, отслеживание посещаемости, учёт результатов экзаменов и других мероприятий. Кроме того, такие системы способствуют сокращению временных затрат на бюрократические процессы, позволяя сотрудникам и студентам сосредоточиться на учебных и профессиональных задачах.

3. Повышение уровня коммуникации и прозрачности. Благодаря цифровому деканату взаимодействие между студентами, преподавателями и администрацией становится более эффективным. Все участники учебного процесса получают своевременные уведомления о важных событиях, изменениях в расписании и сроках сдачи работ. В случае возникновения вопросов студенты могут оперативно получить ответ через платформу, что улучшает восприятие и понимание учебного процесса. Данный подход повышает уровень доверия к системе и снижает риск недопонимания.

4. Улучшение анализа учебных данных и прогнозирования. Цифровой деканат предоставляет администраторам и преподавателям доступ к данным об успеваемости, посещаемости и активности студентов, что позволяет анализировать и прогнозировать результаты обучения. На основе этих данных можно разрабатывать более эффективные стратегии образовательного процесса, выявлять трудности у отдельных студентов и оказывать им адресную помощь. Это также может способствовать повышению качества образования за счёт более точного понимания и контроля процессов, протекающих в учебной среде.

5. Экологические и экономические выгоды. Переход на цифровую платформу способствует значительному сокращению использования бумажных ресурсов, что положительно сказывается на экологии и позволяет снизить затраты на канцтовары. Электронные документы хранятся в системе, что освобождает пространство и упрощает доступ к данным.

Слабые стороны цифрового деканата

1. Технические сложности и риск сбоев. Как и в любой цифровой системе, возможны технические сбои, которые

могут повлиять на доступ к информации в системе. Проблемы могут быть вызваны нестабильной работой серверов, перегрузкой системы в период пиковой нагрузки, ошибками в программном обеспечении. Важно, чтобы система имела резервные серверы и возможность восстановления данных, так как при возникновении сбоев существует риск нарушения учебного процесса, особенно в критические периоды сдачи экзаменов и сессий.

2. Проблемы с защитой и конфиденциальностью данных. Цифровой деканат оперирует большим объёмом данных, включая персональные данные студентов, сотрудников и информацию о результатах обучения. В случае недостаточного уровня защиты система может стать уязвимой для атак и утечек информации, что ставит под угрозу конфиденциальность данных. Проблема конфиденциальности становится особенно актуальной с учётом требований законодательства о защите данных. Важно обеспечить наличие систем шифрования, аутентификации пользователей и регулярного мониторинга безопасности.

3. Требования к навыкам работы с цифровыми технологиями. Несмотря на то, что студенты активно пользуются цифровыми устройствами, часть из них может испытывать трудности в использовании новой системы. Для сотрудников учебных заведений, не имеющих достаточных цифровых навыков, цифровой деканат также может вызывать трудности. В таких случаях образовательные учреждения должны организовать обучающие программы, разрабатывать инструкции и обеспечивать поддержку пользователей, что потребует дополнительных ресурсов.

4. Зависимость от интернет-соединения и доступность устройств. Цифровой деканат требует постоянного подключения к сети интернет для полноценного функционирования, что может стать проблемой для студентов, находящихся в регионах с ограниченным доступом к сети. Не все студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться личными устройствами с необходимыми техническими характеристиками, что может ограничить их доступ к цифровому деканату. Учебным заведениям следует учитывать данные аспекты и по возможности предоставлять альтернативные способы доступа к системе.

Перспективы развития

Развитие технологий искусственного интеллекта и анализа больших данных открывает новые возможности для цифрового деканата. В будущем такие системы смогут предлагать персонализированные рекомендации студентам, например, выбор дополнительных курсов, возможности стажировок и подготовку к экзаменам. Внедрение прогнозирующих алгоритмов может помочь преподавателям выявлять проблемы на ранних стадиях и принимать меры для их устранения, что позволит студентам достигать лучших результатов.

Цифровой деканат также может быть интегрирован с внешними платформами и сервисами, такими как онлайн-курсы и образовательные ресурсы. Это расширит

возможности для студентов и позволит предоставлять доступ к образовательным материалам, не входящим в стандартный учебный план. С развитием мобильных технологий цифровой деканат может стать доступным в виде мобильных приложений, что сделает его использование ещё более удобным и позволит студентам управлять своим учебным процессом в любом месте и в любое время.

Заключение

Цифровой деканат является важным элементом в структуре современного учебного процесса. Он позволяет автоматизировать многие аспекты взаимодействия

между студентами и администрацией, предоставляя более быстрый и удобный доступ к информации. Однако для успешного внедрения цифрового деканата необходимо учитывать все его аспекты, включая обеспечение безопасности данных, удобство использования, обучение пользователей и создание резервных механизмов на случай сбоев. В условиях стремительного развития технологий цифровой деканат может стать универсальной платформой для управления образовательным процессом, повысив его эффективность и доступность для всех участников. Важно, чтобы учебные заведения учитывали как сильные, так и слабые стороны системы для её успешной интеграции и дальнейшего развития.

Литература:

1. Иванов И. И., Смирнов А. В. «Цифровизация в образовании: современные вызовы и решения». М.: Образование и наука, 2020.
2. Петрова Л. С. «Вопросы безопасности и конфиденциальности данных в цифровых системах». Вестник информационной безопасности, 2021, № 3.
3. Васильев К. К. «Цифровое образование и образовательные платформы». СПб: Издательство СПбГУ, 2019.
4. Назаров В. В., Черников А. А. «Автоматизация образовательных процессов в высших учебных заведениях». Журнал образовательных технологий, 2022, № 1.
5. Кузнецова М. В. «Анализ перспектив внедрения цифровых деканатов в России». Труды конференции «Цифровизация образования», 2023.

Анализ скрытого нелегитимного поведения пользователей в условиях атак LotL

Садаков Егор Олегович, студент;

Строчков Данила Игоревич, студент

Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

Современные атаки сложно обнаружить через сравнение сигнатур, так как они не оставляют следов в виде вредоносных файлов и их поведение похоже на действия системного администратора или пользователя. Как правило, для запуска и закрепления в системе, вредоносное ПО использует возможности легитимных программ и компонентов ОС [1]. Такая атака называется Living off the land, или LotL-атака. Чтобы отследить активность бестелесного вредоносного ПО, современные системы безопасности применяют методы поведенческого анализа, а также дополнительную проверку критических элементов [2]. Существует множество типов этих атак, каждая из которых представляет значительную угрозу как для организаций, так и для отдельных пользователей. Для предотвращения подобных угроз необходимо предпринимать упреждающие меры, направленные на их своевременное обнаружение и нейтрализацию. Рассмотрим основные виды проведения LotL-атаки:

1. Изменение автозагрузки

— Добавление вредоносных сервисов в список автозагрузки;

— Замены существующих легитимных сервисов на свои версии;

— Создание бэкдора, который будет запускаться при перезапуске системы.

Это изменение приведет к тому, что злоумышленник установит своё постоянное присутствие на системе, что позволит ему масштабировать свою вредоносную активность и совершенствовать свою скрытую деятельность в системе.

2. Подмена модулей аутентификации

— Создать параллельную систему аутентификации;

— Имитировать легитимные аутентификационные механизмы;

— Внедрение бэкдоров в драйверы.

Позволяет злоумышленнику создать параллельную систему аутентификации, которая может игнорировать или обходить существующие меры безопасности. Что приведет к несанкционированному доступу к системе даже при неправильном пароле или другой форме аутентификации.

3. Изменение системных процессов

- Создание скрытых каналов связи;
- Отключение важных системных функций;
- Инкапсуляция вредоносного кода внутри легитимных процессов.

Приведет к возможности повышения привилегий и доступа к конфиденциальной информации.

4. Модификация ядра ОС

- Добавление скрытых функций;
- Создания каналов связи через сетевые устройства;
- Реализация собственных механизмов аутентификации.

Этот метод позволит внедрять корневые уязвимости, которые не могут быть устранены обычными средствами безопасности. Так же, например, модификации сетевой функции для обхода фильтров и детектирования

Каждый из этих типов атак представляет серьёзную угрозу для информационной безопасности и требует внедрения современных методов защиты и мониторинга для их своевременного обнаружения и предотвращения [3].

В марте 2024 года была обнаружена уязвимость (CVE-2024-3094) в XZ Utils версий 5.6.0 и 5.6.1, которая замедляла работу sshd на полсекунды и позволяла злоумышленникам обойти аутентификацию и получить доступ к системе [1]. Уязвимость связана с бэкдором в коде для компрессии данных по алгоритму lzma, используемому в Linux и OpenSSH. Бэкдор был внедрен на двух уровнях: через файл build-to-host.m4, извлекающий вредоносный скрипт из тестовых файлов, и через модификацию исходного кода, заменяя функцию `__get_cpid` на `_get_cpid`, активируя вредоносную программу как функцию `cpid` [1]. Этой атаке подвержены системы Linux xv системах x86_64 с библиотекой Glibc, sshd использует libsystemd и LibLZMA.

Вредоносный код вызывал функцию `_get_cpid` как часть преобразователя косвенных функций, злонамеренный объектный файл используется. GNU (IFUNC). Возникновение этих ошибок может произойти в любой момент работы программы, однако, с точки зрения безопасности, их обычно исправляют во время динамической компиляции программы. Программисты обращают на них внимание, чтобы избежать возможных проблем. IFUNC система запускалась на ранней стадии, что давало возможность вносить изменения в таблицы функций и встраивать вредоносный код, который мог быть активирован при наличии соответствующего сертификата. SSH.

Для обнаружения скрытого нелегитимного поведения, предлагается проводить анализ действий ядра операционной системы на конечном устройстве. Чтобы предотвратить проведение атак LotL необходимо обратить внимание на следующие признаки угрозы безопасности:

1) Изменения, произошедшие в системных библиотеках: вредоносное программное обеспечение оказывает воздействие на системы с ядром. Linux и Си-библиотекой (Glibc), используя LibLZMA через IFUNC. Мониторинг изменений в библиотеках и анализ кода помогут выявить любые вмешательства.

2) Модификации в системных вызовах: замена функции `__get_cpid` на `_get_cpid` это может свидетельствовать о возможной уязвимости и попытке манипулирования системой.

3) Структуры, содержащие информацию о процессе, инициализируются вредоносным скриптом до запуска кода, что может быть выявлено при анализе процессов и их состояний.

4) Изменения, внесенные в общую таблицу смещений (GOT): отслеживание изменений в GOT с помощью этого инструмента можно обнаружить попытки компрометации, когда изменяются адреса и указатели.

5) Использование функций на уровне ядра: внедрение бэкдора активирует определенную функцию `cpid` для мониторинга вызываемых функций необходимо проводить контроль. Изучение вызовов функций и их работы помогает выявить данную активность.

В настоящее время для выявления признаков компрометации применяется всесторонняя система защиты, позволяющая обнаруживать и передавать агенту динамические индикаторы для последующего реагирования [4,5].

Инструменты статического анализа: для выявления нестандартных изменений в библиотеках, скриптах и конфигурационных файлах, рекомендуется применять следующий подход. sonarqube;

Инструменты динамического анализа: valgrind демонстрирует аномальное поведение приложений, включая обращения к системным библиотекам;

Инструменты мониторинга системных вызовов: strace это позволит мониторить системные вызовы, которые могут указать на попытки изменения системы или ее компонентов.

Анализ сетевого трафика: для обнаружения нестандартных сетевых связей, связанных с системными вызовами, рекомендуется применять следующий метод. NTA-системы;

Инструменты криминалистики памяти: rizin система будет выявлять необычные изменения в двоичных файлах, в том числе в таблицах смещений.

Инструменты мониторинга процессов: ps для мониторинга аномального поведения процессов, включая их запуск и расход ресурсов;

Инструменты двоичного анализа: radare2 в состоянии обнаруживать необычные изменения в двоичных файлах, в том числе в таблицах смещений, что может свидетельствовать о изменениях в программном обеспечении.

Мониторинг целостности файлов: для контроля за изменениями в файлах с целью отслеживания их целостности рекомендуется применять мониторинг. tripwire;

Инструменты для мониторинга на уровне ядра: kubernetes функции, которые встречаются в основной части программы. Cpid отчетно демонстрируются усилия по маскировке или изменению работы системы.

Инструменты аппаратной виртуализации: для выявления подозрительной активности, связанной с аппаратным визуализацией, рекомендуется применить следующий метод. VMware.



Рис. 1. Модель комплексной защиты

В настоящее время эти инструменты работают на конечных узлах, собирая телеметрические данные и передавая их агенту. Однако такой подход устарел из-за необходимости затратного времени и низкой оперативности обработки данных [6,7]. Новая технология предлагает более надежную безопасность ядра операционной системы.

Предлагаемая технология eBPF (Extended Berkeley Packet Filter) — это платформа для программирования, которая обеспечивает возможность безопасного выполнения отдельных программ в ядре Linux без необходимости изменения самого кода ядра. Программы eBPF отличаются высокой эффективностью и надежностью, поскольку они проходят проверку ядром, чтобы гарантировать стабильность и безопасность операционной системы. Фильтр eBPF позволяет улучшить работу ядра без необходимости загружать дополнительные модули или перекомпилировать его. Этот фильтр обеспечивает безопасность и надежность работы системы. Идеальное место для внедрения защиты, сетевой работы, мониторинга и профилирования в компьютере — операционная система является основой для работы компьютера. Ядра операционных систем поддерживаются консервативно, поскольку они являются ключевой частью любой ОС. Разработка новых функций в ядрах происходит медленно из-за важности и сложности этого процесса. Безопасность играет важную роль, поэтому внедрение новых функций в ядра может представлять определенные риски для системы [10].

Предложенная технология позволяет запускать программы ядра в специальном изолированном режиме, что обеспечивает безопасность и стабильность работы системы. Разработчики могут легко расширять функционал ядра без необходимости создания дополнительных драйверов и модулей благодаря использованию динамического (JIT) компилятора и движка для проверки байт-кода.

Данная технология позволяет пользователю перехватывать системные вызовы и обрабатывать сетевые пакеты на уровне сокетов, собирая информацию о сетевых операциях. Это обеспечивает высокую производительность и предоставляет новый подход к созданию систем для обеспечения безопасности и мониторинга. Одним из преимуществ является возможность получения информации о системных вызовах, сетевых событиях и других операциях в одном месте, не требуя сбора разных технологий. Технология также позволяет подключаться к процессам в системе, получать доступ к стеку, куче и переменным внутри операционной системы. Возможны пробы ядра, пользовательские пробы и точки трассировки. Встроенные структуры данных в eBPF позволяют извлекать отладочную информацию без необходимости экспорта данных. Хотя технически возможно загружать модули в ядро и вносить изменения напрямую, это рискованно и сложно, поэтому редко кто решается на такой подход.

eBPF предлагает решение данной проблемы, представляя безопасный и эффективный способ подключения и запуска программ в ядре. Давайте рассмотрим, как обеспечивается безопасность и производительность.

Высокая безопасность

Перед тем как загрузить любую программу eBPF в ядро, она проходит строгую проверку специальным верификатором, что обеспечивает полную безопасность кода. Это включает в себя проверку наличия жестких циклов, недопустимого доступа к памяти, опасных операций и других потенциально угрожающих безопасности действий.

Песочница для eBPF-программ предусматривает их запуск в специально выделенной памяти ядра, отделенной от остальных его частей. Такой подход гаранти-

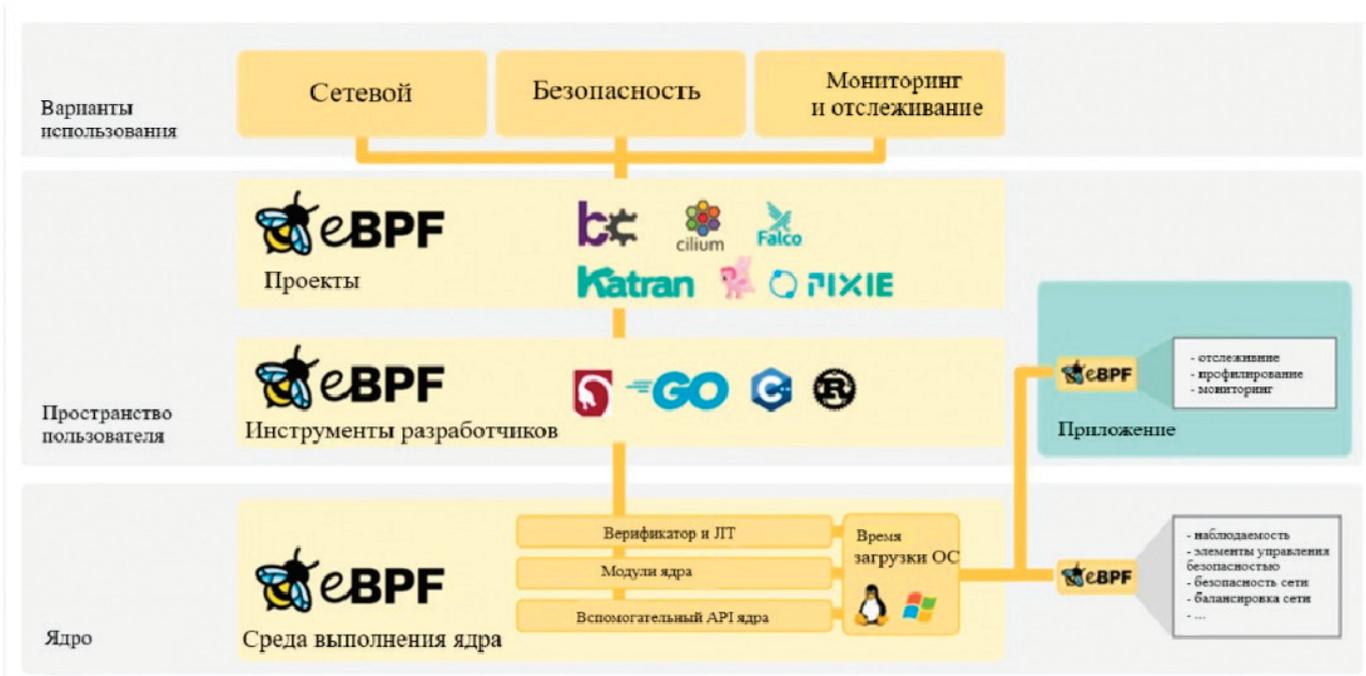


Рис. 2. Типичная архитектура eBPF [10]

рует защиту от несанкционированного доступа к памяти, данным и исходному коду ядра.

Из-за ограниченных операций, eBPF-программы обычно требуют написания на узком наборе языка C, что ограничивает доступ к инструкциям и операциям, которые могут выполняться. Такой подход значительно снижает вероятность возникновения уязвимостей в системе безопасности.

Высокая производительность/легкий вес

Запуск программ eBPF происходит как инструкции, специально созданные для процессора, что позволяет им работать быстрее и эффективнее, обеспечивая лучшую общую производительность.

Отсутствие переключения контекста — это стандартное приложение, которое постоянно переключается между пространством пользователя и пространством ядра, что требует больших затрат ресурсов. Программы eBPF, работающие на уровне ядра, могут напрямую обращаться к структурам данных и ресурсам ядра, что позволяет экономить время и повышать производительность.

Программы eBPF, управляемые событиями, активируются только при определенных событиях ядра и не постоянно активны, что помогает снизить издержки ресурсов.

Оптимизация для оборудования — eBPF-программы преобразуются в машинный код JIT-компилятором (Just-In-Time) ядра непосредственно перед выполнением, поэтому код оптимизируется для конкретного оборудования, на котором он работает.

Таким образом, eBPF обеспечивает безопасный и эффективный доступ к ядру для программирования. А учитывая, что все процессы проходят через ядро, это открывает некоторые новые возможности, которые были недоступны ранее.

На сегодняшний день существует два основных способа инструментирования приложений и инфраструктуры для наблюдаемости, помимо eBPF.

Инструментарий на основе агентов. Это независимые программные SDK/библиотеки, интегрированные в код приложения или узлы инфраструктуры для сбора данных телеметрии [8].

Инструментарий на основе прокси-сервера Sidecar. Sidecars — это лёгкие независимые процессы, которые выполняются вместе с приложением или службой. Они популярны в микросервисах и архитектурах на основе контейнеров, таких как Kubernetes.

Как видно из таблицы, предложенная технология превосходит существующие методы инструментирования практически по всем параметрам.

Традиционные инструменты для обеспечения безопасности имеют свои сильные стороны и ограничения, но eBPF дополняет их, предоставляя дополнительный уровень видимости и контроля, особенно в реальном времени и на уровне ядра. Например, статический и динамический анализ кода может выявить уязвимости в исходном коде, тем не менее eBPF сможет заполнять эту слепую зону, предоставляя данные о фактическом поведении и взаимодействиях процессов. Так же позволяет реализовать мониторинг и защиту в реальном времени, что не всегда возможно с традиционными инструментами, которые могут полагаться на периодические проверки или

	eBPF	Агенты	Дополнительные контейнеры
1. Наглядность, детализация данных	Высокая	Высокая	Низкая
2. Потребление ресурсов	Низкая	Высокая	Высокая
3. Затраты на производительность	Низкая	Средняя	Высокая
4. Безопасность	Высокая	Средняя	Средняя
5. Простота установки	Высокая	Низкая	Средняя
6. Простота обслуживания	Высокая	Низкая	Средняя
7. Возможность масштабирования	Высокая	Средняя	Низкая

Рис. 3. Сравнение eBPF с другими методами [10]

требуют значительных ресурсов для анализа данных [9]. Так уже можно смоделировать варианты использования данной технологии к существующим продуктам обеспечения безопасности, например:

1. Prometheus

Не сможет собирать полные данные о сетевом трафике и производительности. eBPF сможет собирать низкоуровневые метрики и передавать их Prometheus, что позволит увидеть полную картину о состоянии и безопасности системы.

2. Kubernetes

Не имеет возможности мониторинга и управления контейнерами на уровне ядра. С использованием eBPF же

появится возможность автоматического реагирования на события в ответ на состояние контейнеров.

3. Falco

Может пропускать некоторые низкоуровневые атаки или аномалии. eBPF предоставляет данные о системных вызовах и событиях на уровне ядра, что позволяет более точно обнаруживать компьютерные атаки.

Подводя итог, интеграция предложенной технологии в существующие инструменты безопасности позволит получать более полное и детальное представление о состоянии системы, повышая эффективность и охват всех аспектов обеспечения безопасности.

Литература:

1. История с бэкдором в XZ — первоначальный анализ [электронный ресурс] URL: <https://securelist.ru/xz-back-door-story-part-1/109378/> (дата обращения 13.09.2024);
2. Cao N., Shi C., Lin S., Lu J., Lin Y.R., Lin C.Y. Targetvue: Visual analysis of anomalous user behaviors in online communication systems // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2015. Vol. 22, no. 1, pp. 280–289. DOI: 10.1109/TVCG.2015.2467595 (Scopus).
3. Chandola V., Banerjee A., Kumar V. Anomaly detection: A survey // ACM Computing Surveys (CSUR). 2009. Vol. 41, no. 3, pp. 1–58. DOI: 10.1145/1541880.1541882 (Web of Science).
4. Salama M. A., Eid H. F., Ramadan R. A., Darwish A., Hassanien A. E. Hybrid intelligent intrusion detection scheme // In: Gaspar-Cunha, A., Takahashi, R., Schaefer, G., Costa, L. (eds.) Soft Computing in Industrial Applications. 2011. AINSC, vol. 96, pp. 293–303. DOI: 10.1007/978-3-642-20505-7_26 (Springer, Scopus).
5. Chen C. M., Guan D.J., Huang Y.Z., Ou Y.H. Anomaly network intrusion detection using hidden Markov model // Security and Communication Networks. 2019. Vol. 12, no. 6, pp. 915–930. DOI: 10.1002/sec.2317 (Scopus).
6. Bouallegue B., Jouini M., Rabai L. B. A. Formal modeling and detection of security breaches in cloud computing // Journal of Supercomputing. 2020. Vol. 76, pp. 7025–7054. DOI: 10.1007/s11227-019-02974-0 (Scopus).
7. Bourobou S. T. M., Yoo Y. User activity recognition in smart homes using pattern clustering applied to temporal ANN algorithm // Sensors. 2015. Vol. 15, no. 5, pp. 11953–11971. DOI: 10.3390/s150511953 (Scopus).
8. Королев В. Л., Тарасов А. А. Методы обнаружения аномалий в сетевых трафиках с использованием алгоритмов машинного обучения // Вестник ЮУрГУ. Серия «Вычислительная математика и информатика». 2021. Т. 10, № 4, с. 71–79. DOI: 10.14529/cmse210407 (РИНЦ).

9. Кудрявцев Д. А., Сидоров С. А. Разработка методов для оценки безопасности киберсистем на основе анализа поведения пользователей // Информационные технологии и вычислительные системы. 2019. № 2. С. 59–67. DOI: 10.14357/19922264190207 (РИНЦ).
10. Райс Л. Изучаем eBPF: программирование ядра Linux для улучшения безопасности, сетевых функций и наблюдаемости. СПб.: БХВ-Петербург, 2024. 112 с.

Выбор программной АТС Asterisk для разработки автоматизированной системы оповещения

Семенов Святослав Александрович, студент магистратуры
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

Для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации в современном мире критически важна скорость передачи информации сотрудникам предприятия. В этой связи одной из основных задач дежурной службы является быстрое информирование работников о сигналах тревоги и введении повышенной готовности.

На сегодняшний день автоматическое оповещение является самым эффективным способом информирования сотрудников, поскольку оно позволяет быстро и эффективно донести информацию. Автоматизированные системы оповещения (АСО) могут оперативно информировать работников в ситуациях, когда оповещение вручную занимает много времени.

АСО — это система, которая осуществляет оповещение сотрудников организации через телефонные каналы, передавая голосовые сообщения на любые типы телефонов (городские, мобильные и т.д.). Основные задачи, которые решаются с помощью АСО, включают:

- Быстрое уведомление сотрудников о различных аварийных ситуациях.
- Оповещение работников для их оперативного сбора.
- Автоматическое разделение сотрудников на группы и их вызов в нестандартных ситуациях.
- Передача сообщений различного назначения.
- Система также обладает дополнительными возможностями, такими как:
 - Оперативное формирование сообщений, не подготовленных заранее.
 - Мониторинг состояния оповещения каждого абонента.
 - Просмотр результатов оповещения.
 - Тестирование системы в установленное время.
 - АСО применяется в различных структурах, включая:
 - Пожарную охрану.
 - Скорую медицинскую помощь.
 - Антитеррористические службы.
 - Подразделения МЧС.
 - Министерство обороны.
 - Органы внутренних дел.

— Аварийные службы и охранные фирмы.

— Производственные предприятия.

Процесс оповещения оператором включает следующие этапы:

1. Поиск номера в справочнике.
2. Набор номера.
3. Дозвон.
4. Передача сообщения.

Использование АСО позволяет значительно сократить время оповещения сотрудников благодаря следующим факторам:

- Исключение человеческого фактора.
- Упрощение поиска номеров.
- Быстрый автоматический набор.
- Оповещение через несколько телефонных каналов одновременно.

Кроме того, автоматизация процесса освобождает одного сотрудника для выполнения других задач. Таким образом, АСО представляет собой один из наиболее эффективных методов оповещения сотрудников в экстренных ситуациях и для служебной информации.

Asterisk — это динамично развивающееся программное обеспечение с открытым исходным кодом, которое в основном используется в малом и среднем бизнесе для телефонии. Максимальное количество абонентов может достигать 2000, в зависимости от мощности сервера. Одним из преимуществ Asterisk является его гибкость и возможность доработки функционала без дополнительных затрат.

Для развертывания Asterisk необходимо приобрести телефонные аппараты и сервер, в зависимости от количества абонентов. Программа Asterisk бесплатна.

Однако у Asterisk есть и недостатки:

- Отсутствие встроенного графического интерфейса, что можно исправить установкой дополнительных модулей.
- Сложности в администрировании, требующие знаний Linux и технологий IP-телефонии.
- Сложность в изучении системы, требующая значительных усилий.

Приложение АСО представляет собой программно-аппаратный комплекс, включающий сервер с программным

обеспечением и SIP-канал для вызова абонентов. Ядром системы является цифровая программная IP-АТС Asterisk, работающая на платформе ОС Linux.

Таким образом, инвестирование в АСО не только оправдано, но и необходимо для обеспечения безопасности и оперативности в современном мире, где каждая секунда на счету.

Для более глубокого понимания автоматизированных систем оповещения (АСО) и их применения в различных сферах, важно рассмотреть несколько ключевых аспектов, таких как технологии, используемые в системах оповещения, а также примеры их успешного внедрения.

Технологические аспекты АСО

Современные АСО используют различные технологии для обеспечения надежной и быстрой передачи информации. Основные из них включают:

VoIP (Voice over Internet Protocol): Эта технология позволяет передавать голосовые сообщения через интернет, что значительно снижает затраты на связь и увеличивает гибкость системы. VoIP также позволяет интегрировать АСО с другими системами и приложениями, что расширяет функциональные возможности.

Системы управления базами данных: АСО могут использовать базы данных для хранения информации о сотрудниках, их контактных данных и предпочтениях по получению уведомлений. Это позволяет более точно настраивать оповещения и быстро обновлять информацию.

Литература:

1. Меггелен Д. В. Asterisk — Полное руководство / Р. Браун и Л. Мэдсен. — 5-е издание — М.: О`Рейли, 2019.
2. Официальный сайт Asterisk [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.asterisk.org/>.
3. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов / Н. А. Олифер. — 4-е издание — СПб.: Питер, 2010. — 944 с.
4. Меггелен Д. В. Asterisk: будущее телефонии / Л. Мадсен, Д. Смит. — 4-е издание — О`Рейли.

Обзор проекта «Система мониторинга и планирования обслуживания телекоммуникационного оборудования»

Семенова Мария Павловна, студент магистратуры

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

1. Введение

В условиях современного мира любая компания, работающая в сфере информационных технологий, провайдеры цифровых услуг и сервисов, предоставляющих услуги широкополосного доступа в Интернет, интерактивного телевидения, сотовой связи, местной и дальней телефонной связи и др. эксплуатируют сотни или тысячи экземпляров телекоммуникационного оборудования. Для обеспечения грамотной и своевременной эксплуатации без автоматизации некоторых процессов просто не обойтись.

Интеграция с мобильными приложениями: Многие современные АСО предлагают возможность отправки уведомлений через мобильные приложения, что обеспечивает доступ к информации в любое время и в любом месте. Это особенно важно для сотрудников, которые могут находиться вне офиса.

Голосовые технологии и синтез речи: Использование технологий синтеза речи позволяет создавать персонализированные сообщения для каждого сотрудника, что увеличивает уровень восприятия информации и снижает вероятность ошибок.

Автоматизированные системы оповещения представляют собой неотъемлемую часть современного управления безопасностью и эффективностью работы организаций. Их внедрение позволяет значительно сократить время реагирования на экстренные ситуации, повысить уровень информированности сотрудников и улучшить общую безопасность на рабочих местах. Программное обеспечение, такое как Asterisk, предоставляет широкие возможности для создания и настройки АСО, что делает его идеальным решением для различных организаций, стремящихся к повышению эффективности своих процессов оповещения.

Выбор Asterisk для разработки АСО оправдан благодаря широким возможностям расширения, гибкости, открытости кода и поддержке сообщества пользователей, а также отсутствию дополнительных расходов на программное обеспечение.

Цель создания системы заключается в упрощении работы управленческого коллектива, сокращении времени обработки информации, улучшении процесса эксплуатации, уменьшении вероятности возникновения ошибок. Базы данных являются основой большинства современных справочных систем, систем автоматизированного ведения бухгалтерского учета, экспертных систем и многих других программных продуктов. Это обусловлено, прежде всего, простотой и удобством этого типа хранения данных.

ООО «Предприятие» представляет собой крупную ИТ-компанию, состоящую из порядка 100 сотрудников. Предприятие занимается предоставлением различных

услуг связи. 1 отдел данного предприятия обслуживает несколько сотен единиц различного оборудования, среди которого: маршрутизаторы, коммутаторы, мультиплексоры, автоматические телефонные станции, оконечное оборудование.

На сегодняшний день на предприятии отсутствуют средства, выполняющие следующие необходимые функции:

1. ведение списка оборудования;
2. ведение, хранение и выгрузка цифровых паспортов и формуляров оборудования, а также другой необходимой документации;
3. планирование и фиксация проведенных работ;
4. учет остатков на складе запасных частей и расходных материалов;
5. формирование документации по выполненным работам или выгрузка данных для создания документов в сторонней системе;
6. календарное планирование ТО;
7. мониторинг состояния оборудования.

2. Постановка задачи на проектирование

Одной из важнейших задач крупного телекоммуникационного предприятия является эксплуатация, учет, техническое обслуживание и отправка в ремонтные организации технических средств, заполнение технической документации, составление рекламаций. Для упрощения работы персонала, сокращения времени обработки информации, улучшения процесса эксплуатации, уменьшения вероятности возникновения ошибок необходимо создать веб-приложение на основе базы данных технических средств телекоммуникационного предприятия.

Было принято решение разработать систему, имеющую следующий функционал:

— ведение списка оборудования. В некоторых случаях удобно, чтобы список имел иерархическую структуру, особенно это важно, для сложного оборудования, узлы и элементы которого сами должны учитываться отдельно;

— ведение цифровых паспортов и формуляров оборудования. В системе должна быть возможность хранения всей информации по оборудованию, от технологических карт ТО и ремонта до инструкций по эксплуатации;

— планирование и фиксация проведенных работ в привязке к конкретной единице оборудования. Система должна составлять и хранить графики технического обслуживания для разного типа оборудования;

— формирование документации по выполненным работам или выгрузка данных для создания документов в сторонней системе. Составление актов выполненных работ, актов технического состояния и актов продления сроков эксплуатации;

— модуль календарного планирования, т.к. часть оборудования обслуживается по графику, регламентированному производителем или государством. Желательно,

чтобы график для повторяющихся работ можно было заполнить автоматически (в соответствии с регламентом, которым они определяются).

— мониторинг состояний оборудования. Для обеспечения безотказного функционирования, своевременного устранения поломок (выявление и решение проблем).

Целями создания системы являются:

- снижение затрат на техническую эксплуатацию и сокращение количества внеплановых работ;
- повышение надёжности и готовности единиц оборудования;
- прозрачность и контроль процессов управления активами;
- чёткая логичная иерархия оборудования со всем набором данных для планирования ТОиР, учёта дефектов и отказов с регистрацией остановок.

Достижение основных целей создания Системы предполагается за счет:

- преобразования бумажной документации в общедоступный электронный архив;
- формирования системы мониторинга состояний оборудования;
- формирования системы ТОиР.

3. Анализ поставленной задачи

Разрабатываемая система предназначена для выполнения следующих основных функций:

1. обеспечение безопасности работы с оборудованием, сокращение количества аварийных ситуаций;
2. сокращение рисков внепланового простоя оборудования из-за поломки;
3. сокращение затрат на обслуживание оборудования в целом или его конкретных узлов;
4. достижение и сохранение уровня качества предоставляемых услуг;
5. соблюдение регламентов по охране труда и безопасности производства для окружающей среды.

Выполнение основных функций должно достигаться за счет автоматизации следующих задач:

1. ведение списка оборудования;
2. ведение, хранение и выгрузка цифровых паспортов и формуляров оборудования, а также другой необходимой документации;
3. планирование и фиксация проведенных работ;
4. учет остатков на складе запасных частей и расходных материалов;
5. формирование документации по выполненным работам или выгрузка данных для создания документов в сторонней системе;
6. календарное планирование ТО;
7. мониторинг состояния оборудования.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие основные задачи:

- произвести анализ и обзор аналогов существующих систем;

- сделать выводы об их преимуществах и недостатках;
- обосновать необходимость разработки собственной системы;
- произвести обзор и анализ инструментальных средств разрабатываемой системы.
- изучить парк технических средств предприятия;
- определить набор и содержание необходимых таблиц в базе данных;
- реализовать систему.

4. Описание проектных решений

В процессе работы был описан объект автоматизации, сформулированы проблемы старой системы, сделан обзор аналогов программного продукта.

Сделан обзор популярных систем управления базами данных, на основе которых мы смогли разработать собственную систему.

Были изучены заинтересованные стороны и выдвинуты требования к разрабатываемой системе.

Был разработан интерфейс приложения с учетом требований пользователей к интерфейсу.

Была спроектирована системная архитектура приложения в среде Archimate.

Было сформулировано техническое задание на разработку веб-приложения.

Разработано приложение, имеющее следующую структуру:

1. Подсистема хранения документов. Назначение подсистемы — хранение самих документов, предоставление доступа к ним различных пользователей.

2. Подсистема ТОиР. Назначение подсистемы — создание, хранение графика ТО, напоминания о необходимости выполнения ТО или планового ремонта.

3. Подсистема инвентаризации. Назначение подсистемы — хранение данных о наличии оборудования и некоторых данных о нем.

Подсистема хранения документов имеет следующие функции:

1. создание новых документов;
2. ведение архива документов;
3. редактирование документов;
4. разграничение доступа к редактированию документов на уровне пользователей.

Подсистема ТОиР имеет следующие функции:

1. создание месячного графика ТО;
2. ежедневное напоминание о ТО или ремонте.

Подсистема инвентаризации имеет следующие функции:

1. хранение данных о наличии оборудования и некоторых данных о нем;
2. внесение изменений в хранящиеся данные;
3. удаление или добавление новых позиций.

Составлена программа и методика предварительных комплексных испытаний, проведены экспериментальные исследования демонстрационного прототипа, составлен протокол предварительных комплексных испытаний, определены сроки исправления обнаруженных неисправностей.

5. Заключение

В результате проектирования разработана система, удовлетворяющая всем заявленным требованиям.

Brain-computer interface based brain wave and neural signal detector

Ussayeva Ajjemal Gurbanmyradovna, teacher;

Jummanov Ulugbek Vepayevich, student;

Annayev Atamyrat Akbarovich, student;

Boriyeva Aylar Gurbandurdyevna, student;

Gapbarov Alibek Suvhanovich, student

Engineering-Technological University of Turkmenistan named after Oguz Khan (Ashgabat, Turkmenistan)

The integration of brain-computer interfaces (BCIs) in neuroscience has opened new avenues for understanding and interpreting neural signals. This study focuses on the analysis of frequencies and amplitudes in detecting neural signals, particularly through the conversion of these signals into digital formats. Initially, we acquired a BCI device (MSOP-8EVM and MSOP-8EVM-PDK) and examined its architecture and operational principles. Following this, we fabricated electrodes from copper plates, chosen for their excellent conductivity, to capture signals from muscular tissues. Our preliminary experiments revealed a significant presence of noise, which hindered our ability to analyze the desired neural signals effectively.

Introduction to brain-computer interface

Brain-computer interfaces (BCIs) represent a transformative technology that enables direct communication between the brain and external devices by interpreting neural activity. The ability to accurately detect and analyze neural signals is

crucial for the development of effective BCI systems. This research investigates the role of frequency and amplitude analysis in enhancing signal detection capabilities within BCIs.

In our study, we began with an extensive review of existing literature on BCI technologies, focusing on their design principles and signal processing methodologies. The initial phase involved

acquiring a BCI device and understanding its components, including the signal acquisition hardware and processing algorithms. We then designed custom electrodes using copper plates due to their superior conductive properties, which allowed for efficient capture of electrical activity from muscle tissues.

Learning objectives

The aim of this study is to enhance the detection and analysis of neural signals through the application of brain-computer interface (BCI) technology. By focusing on the analysis of frequencies and amplitudes, we seek to improve the clarity and reliability of neural signal interpretation, which is crucial for advancing BCI applications in various fields such as rehabilitation, neuroprosthetics, and cognitive neuroscience.

This research addresses the persistent challenge of noise interference that often complicates the extraction of meaningful data from neural signals. We hypothesize that by implementing innovative methodologies, including environmental control measures, we can significantly reduce background noise and improve signal quality. The study emphasizes the importance of signal processing techniques, such as filtering and wavelet transforms, in isolating relevant frequency ranges associated with neural activity.

MSOP-8EVM and MSOP-8EVM-PDK board

The MSOP-8EVM (Evaluation Module) and MSOP-8EVM-PDK (Product Development Kit) are specialized evaluation boards designed for testing and evaluating single-channel, 14 — to 16-bit analog-to-digital converters (ADCs) housed in an MSOP-8 package.

The MSOP-8EVM serves as a versatile platform for evaluating various ADCs. Key features include:

Full-featured Evaluation Board: The MSOP-8EVM is designed to support a wide range of single-channel ADCs, en-

abling users to assess the performance and characteristics of different devices.

Onboard Reference and Buffer Circuits: This board includes integrated circuits that provide stable reference voltages and buffering, essential for accurate signal conversion.

High-Speed Serial Interface: The EVM supports high-speed data transfer, which is crucial for applications requiring rapid signal processing.

Modular Design: The modular nature of the MSOP-8EVM allows it to be easily integrated with various digital signal processors (DSPs) and microcontroller interface boards, making it adaptable for different project requirements.

In our research, we designed a specialized experimental setup to investigate neural signals effectively while minimizing external noise interference. A key component of this setup was a metal mesh enclosure, which served as a noise suppression chamber. This innovative design allowed us to isolate the subject from external electromagnetic disturbances, thereby enhancing the quality of the recorded signals. The noise suppression chamber was constructed using a sturdy metal mesh, which acted as a Faraday cage. This design principle is based on the ability of conductive materials to block electromagnetic fields, effectively reducing noise that could corrupt our data collection. The enclosure was spacious enough to comfortably accommodate a student from our research group, who volunteered to participate in the experiment. Inside the chamber, the student was seated in a relaxed position to ensure minimal movement during the experiment. This positioning was crucial, as even slight movements could introduce additional noise into the recordings. The interior of the chamber was designed to be as comfortable as possible, allowing the subject to focus on the task at hand without distractions. To capture electrical signals from muscular tissues effectively, we connected custom-designed electrodes to the student's forearm. The electrodes were made from high-conductivity copper plates, which were carefully



Fig. 1. Overview of the MSOP-8EVM (Evaluation Module) and MSOP-8EVM-PDK (Product Development Kit)

placed on specific muscle groups to ensure optimal signal acquisition.

Placement: The electrodes were positioned strategically on the forearm to target muscles that would generate clear and distinguishable signals during contraction.

Connection Process: Each electrode was securely attached using medical-grade adhesive pads, ensuring good contact with the skin while minimizing discomfort for the participant. The connections were double-checked for stability and reliability before commencing data collection.

Conclusion

The exploration of brain-computer interfaces (BCIs) represents a significant advancement in our understanding of neural signal processing and its applications in various fields, including rehabilitation, neuroprosthetics, and cognitive neuroscience. Throughout this study, we have addressed critical challenges associated with the detection and interpretation of neural signals, particularly focusing on muscle activity captured through innovative experimental methodologies.

References:

1. Alcaide-Aguirre, J. M., & Gutiérrez-Garrido, A. (2017). Brain-computer interfaces: Current applications and future directions. *Journal of Neural Engineering*, 14(5), 1–12. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/aa8c0b>
2. Aricò, P., et al. (2016). EEG-based brain-computer interfaces for improving human performance: A review. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 46(4), 507–517. <https://doi.org/10.1109/THMS.2016.2547038>
3. Bashashati, A., Fatourechi, M., Ward, R. K., & Birch, G. E. (2007). A survey of signal processing algorithms in brain-computer interfaces. *Journal of Neural Engineering*, 4(2), R32-R57. <https://doi.org/10.1088/1741-2560/4/2/R01>

ESP8266-based intelligent large-area irrigation system

Hudaykulyyev Merdan Arslanovich, teacher;

Saparova Merjen Allanurovna, student;

Esenova Akgul Bashimovna, student;

Yusubov Eziz, student;

Haydarova Gulshen Shirinbayevna, student

Engineering-Technological University of Turkmenistan named after Oguz Khan (Ashgabat, Turkmenistan)

This research paper presents the design and implementation of an intelligent large-area irrigation system based on the ESP8266 microcontroller. The system was developed to address the challenges faced by farmers in managing water resources efficiently across extensive agricultural lands. Traditional irrigation methods often led to uneven water distribution, resulting in suboptimal crop yields and financial losses. By leveraging Internet of Things (IoT) technology, this system enabled automated monitoring and control of irrigation based on real-time soil moisture levels, temperature, and humidity. The integration of sensors and a cloud-based platform allowed for remote management and data analysis, significantly improving water usage efficiency and crop health. The results indicated a marked improvement in irrigation practices, showcasing the potential of smart agriculture technologies.

Introduction

Irrigation plays a critical role in modern agriculture, especially in large-scale farming operations where efficient water management is essential for maximizing crop yield and minimizing resource wastage. Traditional irrigation techniques often involve manual labor and can lead to inconsistent watering patterns, which negatively impact plant health and agricultural productivity.

Background of the Study

The increasing global population has heightened the demand for food production, necessitating more efficient agri-

cultural practices. Water scarcity is a pressing concern in many regions, making it imperative for farmers to adopt technologies that optimize water usage. Smart irrigation systems have emerged as viable solutions, utilizing real-time data to make informed decisions about water application.

Problem Statement

Farmers often struggle with managing large areas of land due to the limitations of traditional irrigation methods. These methods can lead to uneven water distribution, resulting in some areas being overwatered while others remain dry. This inefficiency not only affects crop quality but also contributes to increased operational costs.

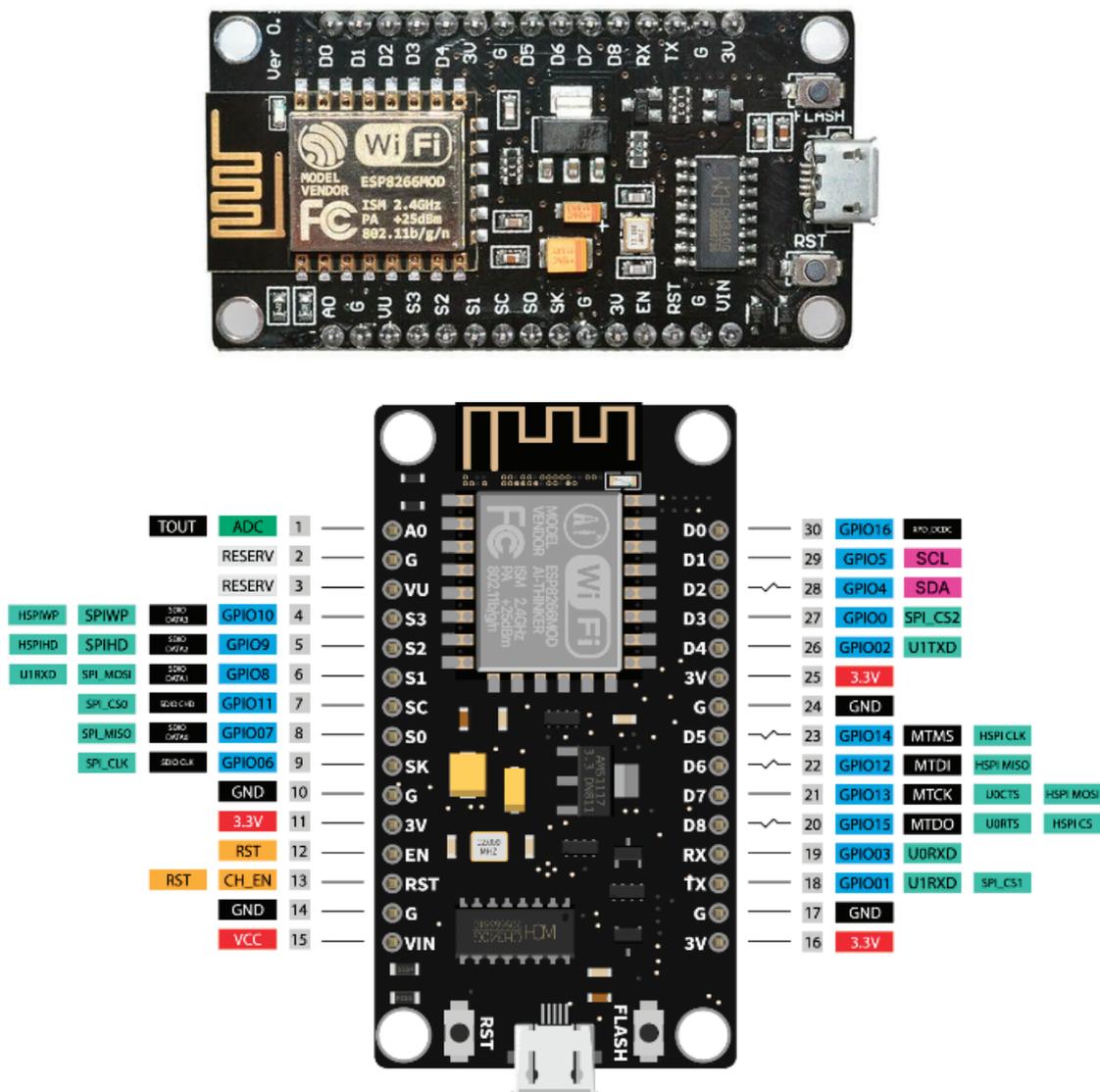


Fig. 1. Overview and pin configuration of ESP8266

Objective

The primary aim of this study was to develop an intelligent irrigation system that utilizes IoT technology to automate watering processes based on real-time environmental data.

1. To design a cost-effective irrigation system using ESP8266 microcontroller.
2. To implement soil moisture sensors for real-time monitoring.
3. To create a cloud-based platform for data analysis and remote management.
4. To evaluate the effectiveness of the system in improving irrigation efficiency.

The study focused on developing an intelligent irrigation system suitable for large agricultural areas. It involved hardware design, software implementation, and field testing to assess the system's performance under varying environmental conditions.

The literature review examined various smart irrigation systems that have been implemented globally. Studies highlighted the effectiveness of using sensor-based technologies in optimizing water usage:

A study by Bhandari et al. proposed a similar IoT-based irrigation system utilizing NodeMCU ESP8266, focusing on soil moisture detection and automated watering.

Other research emphasized the integration of wireless sensor networks for monitoring environmental parameters, although many lacked comprehensive solutions for large-scale applications.

This review underscored the need for advancements in smart irrigation technologies that cater specifically to large-area farming operations.

Key components included:

1. ESP8266 NodeMCU
2. Soil moisture sensors
3. DHT11 temperature and humidity sensor
4. Relay module for controlling water pumps
5. Power supply unit

Program Code

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DHT.h>
#define DHTPIN2 // DHT sensor pin
#define SOIL_MOISTURE_PIN A0 // Soil moisture sensor pin
#define RELAY_PIN5 // Relay pin for pump control
DHT dht(DHTPIN, DHT11);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(«SSID», «PASSWORD»);
  dht.begin();
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
}
void loop() {
  float humidity = dht.readHumidity();
  int soilMoisture = analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);
  if (soilMoisture < threshold) {
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Turn on pump
  } else {
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Turn off pump
  }
  delay(60000); // Wait before next reading
}
```

The implementation of the intelligent irrigation system led to significant improvements in water management across large agricultural fields.

Farmers reported enhanced convenience due to remote monitoring capabilities via a mobile application connected to the cloud server.

The research successfully developed an intelligent large-area irrigation system utilizing ESP8266 technology. The automation provided by this system not only optimized water usage but also improved overall crop health and yield. Future work may explore further enhancements such as integrating weather forecasting data into the irrigation decision-making process.

References:

1. Shawky, N. E. M. (2023). IOT — Smart irrigation with tracking system using NodeMCU ESP8266.
2. Bhandari, A., Rai, P., & Rathee, A. (2021). Smart irrigation system using Io T. 8(10), 38830. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.38830>
3. Alsammak, H. N., & Mohammed, Z. S. (2023). A smart IoT-based automated irrigation for farms using Node MCU (ESP 32F ESP8266 MC) and a humidity sensor. 237–248. <https://ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/2434>
4. Pavithra, M. (2019). IoT home automation with PIR sensor security using ESP8266 Wi-Fi chip and GSM. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 8(6).

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Цепи поставок: от простейших до многоуровневых

Болдырева Татьяна Станиславовна, студент;

Сиренко Мария Антоновна, студент

Научный руководитель: Лахметкина Наталья Юрьевна, кандидат технических наук, доцент

Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

В статье автор исследует цепи поставок товаров, постепенно добавляя в них новые компоненты и уровни. На примере цепи поставок изделий текстильной промышленности демонстрируется роль участников производственного процесса, а также ценность их присутствия в цепи. В качестве дополнительного примера многоуровневой цепи автор приводит в пример процесс производства сырка фирмой Б. Ю. Александров (Ростагрокомплекс).

Ключевые слова: цепь поставок, производство, цикл, текстильная промышленность, сырье, многоуровневая цепь поставок, товар, подвижной состав, простейшая цепь поставок.

Цепь поставок представляет собой комплекс процессов, который обеспечивает движение сырья, товаров и финансовых потоков между поставщиком и покупателем. Простейшая цепь поставок может выглядеть следующим образом.

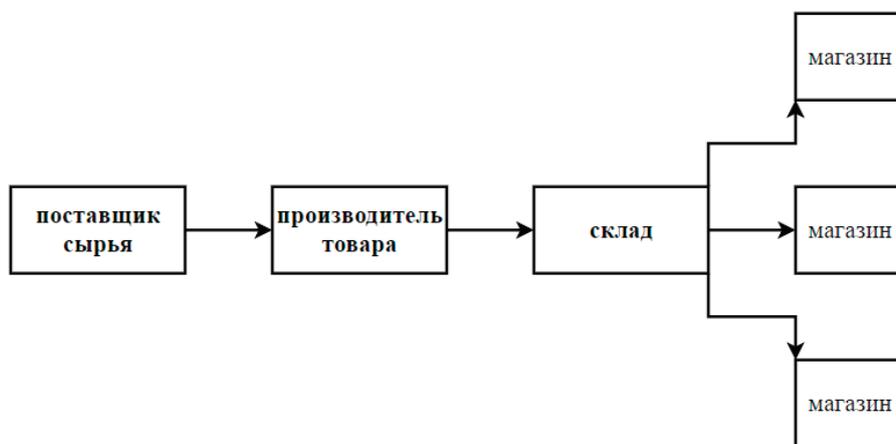


Рис. 1 Простейшая цепь поставок

На практике подобные цепи поставок практически нереальны из-за невозможности производить товары при наличии единственного поставщика сырья. Для того, чтобы подобная цепь существовала должны выполняться некоторые условия:

1. Продукт должен производиться из единственного типа сырья, либо поставщик поставляет производителю все типы сырья, необходимые для производства товара, что само по себе нереалистично.
2. По аналогии с первым условием весь цикл производства товара должен производиться на одном промышленном предприятии.

Стоит отметить, что при выполнении этих двух условий производство упаковки товара также должно быть учтено. Тем не менее, такие цепи поставок все же существуют.

В качестве примера рассмотрим производство ткани, взяв за основу цепочку поставок, идентичную первой. Наиболее популярным сырьем для производства натуральных тканей является хлопок. В настоящее время около 25% вы-

рачиваемого хлопка приходится на Китай, обладающий подходящим климатом. После сбора урожая на плантации с ним производят подготовительные операции такие как переработка в хлопкоочистительной машине и изготовление рулонов. Эти рулоны упаковываются в пятисотфунтовые тюки или кипы и в них транспортируются на текстильные фабрики, где после профессиональной обработки из хлопка получают ткань или уже готовые предметы одежды, которые размещают на складах, а в дальнейшем развозят товары в магазины и ателье. Транспортировка хлопкового сырья должна производиться крытым подвижным составом для защиты от атмосферных осадков и загрязнения. При этом подвижной состав перед погрузкой должен быть тщательно очищен от мусора и хорошо просушен также для предотвращения загрязнения сырья. Кроме того, хлопок относится к числу грузов, подверженных самонагреванию и самовозгоранию, поэтому кипы тщательно прессуют и скрепляют стальными лентами.

Ткань и одежду, произведенную на текстильных фабриках, перевозят крытым подвижным составом в специальных коробках, защищающих товар от порчи. Перевозить его с другими грузами, которые могут повредить его или испачкать запрещено.

Схема, представленная на рисунке 2, демонстрирует цепь поставок примитивнейшего варианта производства текстильной продукции. А именно, в цепи не учтено производство пуговиц, молний и иной фурнитуры для одежды, упаковки на каждом этапе производства и красителей для придания цвета тканям. Помимо этого в цепь включены не все виды средств реализации товара и не учтен экспорт за рубеж.

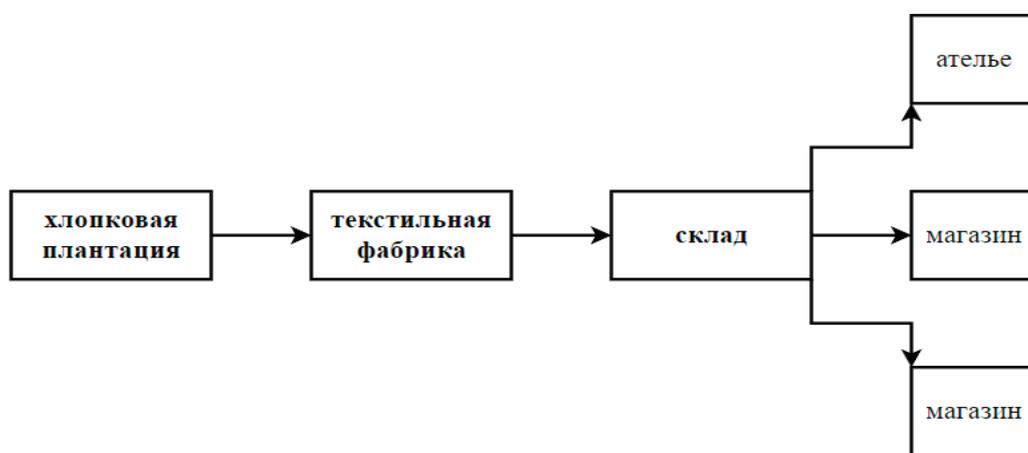


Рис. 2. Примитивная цепь поставок текстильной продукции

Если расширить эту цепь до более реалистичного варианта, она примет следующий вид.

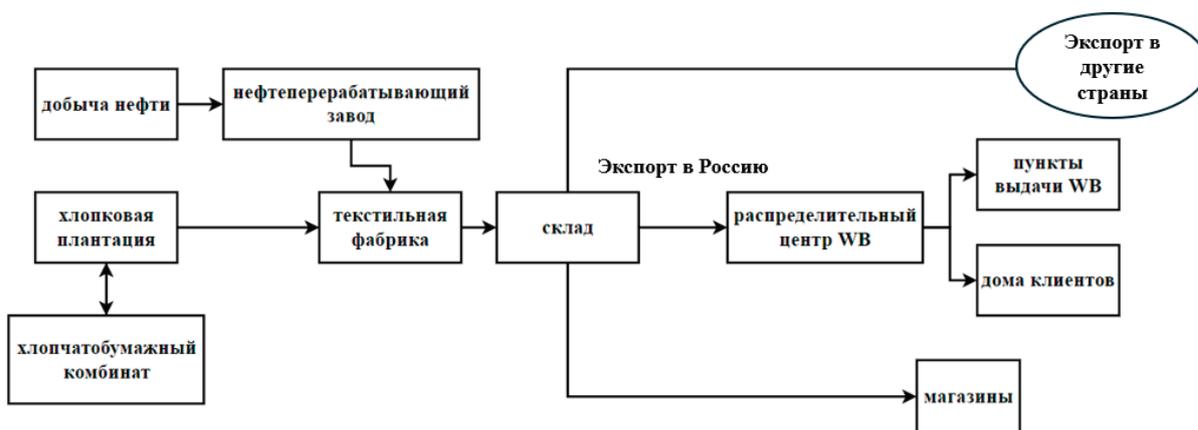


Рис. 3. Реалистичная цепь поставок текстильной продукции

Цепь поставок, представленная на рисунке 3, имеет наиболее приближенный к реальности вид. В цепи учтено несколько видов сырья:

- Хлопок-сырец, обработанный предварительно на хлопчатобумажном комбинате;

— Продукты переработки нефти — сырье для получения синтетических красителей. При этом сырая нефть изначально поступает на нефтеперерабатывающий завод по трубопроводу. Красители в затаренном виде крытым железнодорожным или автомобильным транспортом поставляются на фабрику;

— Продукты переработки нефти — сырье для получения пластмассы. Обычно пластмасса транспортируется на фабрику в виде пластмассовой крошки в затаренном виде во избежание попадания под воздействие солнечных лучей и засорения при транспортировке.

Сырье попадает на текстильную фабрику, где из хлопка получают ткань, которую окрашивают при помощи искусственных красителей. Пластмассу получают зачастую в виде пластмассовой крошки. Ее растапливают и штампуют из нее пуговицы, молнии и другую фурнитуру.

Готовые изделия попадают на склад при текстильной фабрике, откуда попадают в магазины сети в пределах страны или же отправляются на экспорт. Например, в России продукция китайской фирмы Giordano продается на маркетплейсе Wildberries. Следовательно, после растаможивания одежда попадает на склады и распределительные центры компании, откуда по мере надобности развозится на пункты выдачи или сразу по указанному клиентом адресу. Остальная часть партии экспортируется в другие страны крытым подвижным составом в специализированных картонных коробках или полиэтиленовых пакетах. Перевозку выгоднее всего производить в контейнерах из-за наличия перегрузок в пути следования.

Рассмотренная цепь поставок иллюстрирует цикл производства в пределах одной страны с последующим экспортом за рубеж. Однако нередки случаи, когда для производства одного товара необходимо получить сырье из нескольких стран или материков. В качестве примера приведена цепь поставок при изготовлении глазированного сырка фирмой Б. Ю. Александров.

Для производства данного продукта необходимо как минимум шесть видов сырья, причем ваниль импортируется из центральной Америки, а шоколад из Бельгии. При этом сырье для производства шоколада — какао бобы поставляется в Бельгию из Африки и Южной Америки.

Стоит отметить, что цепь поставок сырка, как и цепь поставок текстильной промышленности представляет собой многоуровневую систему. Помимо обилия участников в цепях процесс подготовки сырья для производства этих изделий можно выделить в отдельную цепь. Например, процессы изготовления сахара, шоколада, фольги, красителей в рассматриваемых цепях являются ступенями получения сырья для конечного продукта, однако каждый из этих элементов является в то же время и самостоятельным изделием.



Рис. 4. Цепь поставок глазированного сырка Б. Ю. Александров.

Рассмотренные примеры дают общее представление о роли участников цепей поставок в получении конечного продукта. Также рассмотрены ситуации, в которых участники добавляются или убиваются, что влияет на свойства и качество полученного изделия.

Литература:

1. Моделирование цепи поставок. — Текст: электронный // LAMACON: [сайт]. — URL: <https://lamacon.ru/modelirovanie-seri-postavok> (дата обращения: 04.07.2024).
2. Как и из чего делают пластик. — Текст: электронный // МетПромStar: [сайт]. — URL: <https://mpstar-m.ru/stati/kak-i-iz-chego-delayut-plastik/> (дата обращения: 04.07.2024).
3. Синтетические красители. — Текст: электронный // Большая Российская Энциклопедия: [сайт]. — URL: <https://bigenc.ru/c/sinteticheskie-krasiteli-a01d01> (дата обращения: 04.07.2024).
4. Александров, Б. Ю. Сырок. История моей жизни и бизнеса / Б. Ю. Александров. — 1-е изд. — Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2021. — 288 с. — Текст: непосредственный.
5. Как делают глазированные творожные сырки «Б. Ю. Александров». — Текст: электронный // Дзен: [сайт]. — URL: <https://dzen.ru/a/XQ0u3VMYcQCwk-18> (дата обращения: 04.07.2024).
6. Скрипнюк, Д. Ф. Влияние внутренних и внешних факторов на становление и развитие китайской текстильной промышленности в условиях глобализации экономики / Д. Ф. Скрипнюк. — Текст: электронный // Фундаментальные исследования: [сайт]. — URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43402> (дата обращения: 04.07.2024).

Системный подход к поиску технических решений изготовления малопрпусковых штамповок из титановых сплавов для применения в медицине

Кокорин Андрей Геннадьевич, студент магистратуры

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

Научный руководитель: Степанов Денис Святославович, директор по инновациям и развитию
ПАО «Корпорация «ВСМПО-АВИСМА» (г. Верхняя Салда)

В статье автор исследует применение методического инструментария системного инжиниринга к формированию требований к системе и выбору оптимального технологического процесса в условиях изменений внешней среды, а также при поиске технических решений.

Ключевые слова: системный инжиниринг, выбор оптимальной технологии, поиск технических решений, приоритизация функций, функциональный анализ, многопараметрическая оптимизация

Введение

В современном мире медицина активно развивается, и одним из ключевых направлений является использование металлических имплантатов. Титановые сплавы, в частности сплав ВТ6 (аналог Ti-6Al-4V, Ti-6Al-4VELI), являются одними из самых востребованных материалов благодаря своей биосовместимости и прочности. В данной статье рассматриваются преимущества системного подхода к разработке технологического процесса изготовления малопрпусковых штамповок из титановых сплавов для применения в медицине.

Основными требованиями к медицинским имплантатам являются:

— надёжность, которая характеризуется способностью выполнять функцию замещения костной ткани в течение длительного срока службы;

— точность изготовления, которая характеризуется отклонением геометрических параметров, а также стабильностью их получения;

— биосовместимость: материал имплантата должен быть совместим с тканями организма и не вызывать иммунного ответа;

— прочность: имплантат должен выдерживать механические нагрузки, возникающие во время функционирования;

— коррозионная стойкость: материал имплантата должен быть устойчив к воздействию биологических жидкостей и окружающей среды;

— стоимость готового изделия.

Разные участники жизненного цикла изделий больше ценят разные характеристики. Например, пациенту больше важны долговечность и стоимость, хирургу важны биосовместимость и точность, а изготовителю — технологичность производства и низкие затраты. Для определения наилучшего способа изготовить изделие, максимально удовлетворяющее всех участников жизненного цикла, рекомендуется применять элементы методического инструментария системного инжиниринга.

Процесс выбора технических решений состоит из нескольких этапов:

- сбор и формулирование требований заказчика («голос потребителя»);
- систематизация и уточнение требований («голос заказчика»);
- функциональный анализ и приоритезация функций;
- выбор оптимальных решений.

1. Определение функциональных требований

1.1. «Голос потребителя»

Следует начать с изучения «голоса потребителя», т.е. конечного пользователя изделия, изготовителя изделий и хирургов. Необходимо тщательно изучить все требования к изделию, системе (технологии), даже те, которые описаны на качественном уровне. Например, это могут быть:

- необходимо получить изделия с требуемой геометрией;
- необходимо получить изделия с требуемыми механическими свойствами;
- необходимо получить изделия с высокой надежностью;
- необходимо получить изделия с хорошей поверхностью;
- система должна управлять техпроцессом;
- система не должна оказывать значительного влияния на окружающую среду и персонал.

1.2. «Голос заказчика»

Следует заметить, что такие достаточно «размытые» требования не позволяют сформировать качественные требования к системе. Поэтому после сбора и группировки всех требований необходимо «оцифровать» данные требования, превратив их в «голос заказчика».

Например, для требования «необходимо получить изделия с требуемой геометрией» это могут быть:

- отклонение от поверхности изделия должны находиться в пределах $\pm 0,2$ мм;
- остаток облоя должен быть не более 1 мм.

Для требования «необходимо получить изделия с требуемыми механическими свойствами»:

- условный предел текучести не менее 780 МПа;
- предел прочности не менее 860 МПа;
- относительное удлинение не менее 10%.

Для требования «необходимо получить изделия с высокой надежностью»:

- срок службы изделий не менее 15 лет.

Для требования «необходимо получить изделия с хорошей поверхностью»:

- шероховатость поверхности не более Ra 6,3 мкм;
- отсутствие дефектов, видимых невооруженным глазом;
- отсутствие инородных тел на поверхности.

Для требования «система должна управлять техпроцессом»:

- частота контроля параметров 1 раз в 5 сек;
- допуск на температуру нагрева $\pm 10^\circ\text{C}$;
- допуск на скорость деформации ± 5 мм/с;
- срок хранения параметров не менее 5 лет.

Для требования «система не должна оказывать значительного влияния на окружающую среду и персонал»:

- количество вредных выбросов не должно превышать ПДК;
- отсутствие работников в опасных зонах.

1.3. Функциональный анализ

После «оцифровки» требований рекомендуется перейти к описанию функциональных требований подсистем и расстановки приоритетов. Для этого необходимо для функциональных требований к элементам системы и подсистем определить функции, которые должны выполняться элементами системы.

Укрупненно существует 4 основные подсистемы технологического процесса, которые будут выполнять выделенные функции:

1. подсистема дозирования заготовки должна обеспечить дозирование заготовки с заданной точностью;
2. формообразующая подсистема должна обеспечить переработку исходной заготовки в поковку штампованную, повторяющую форму гравюры штампов;
3. подсистема термической обработки должна обеспечить получение изделий со свойствами в соответствии с требованиями спецификации;
4. подсистема отделки/подготовки поверхности должна обеспечить точность изделий (геометрические размеры, шероховатость) в соответствии с требованиями чертежа.

После определения функций можно достаточно легко подобрать элементы технических решений (устройства, датчики, технические решения и др.) для каждой функции или группы функций. Достаточно удобно и наглядно это можно представить в виде таблицы. Пример такого анализа представлен в табл. 1.

1.4. Оценка значимости функций системы

Для сравнения функций проведем относительную оценку значимости этих функций (см. табл. 2) и интегральную оценку значимости функций (см. табл. 3).

Приоритет рассчитывается по формуле

$$\text{Пр} = \sum_{i=1}^{15} X_i * \sum X_i$$

где Пр — приоритет, X — относительная оценка значимости функции (табл. 3).

Рейтинг — это нормированный показатель значимости функции.

На диаграмме (рис. 1) представлен результат производственного анализа интегральной значимости функций, который дает оценку каждой функции с учетом всех взаимодействий, внесенных в матрицу.

Таблица 1. Функциональные требования

Функциональные требования	Функции	Элементы технического решения
Получить изделия с требуемой геометрией	F1 обеспечить отклонение от поверхности изделия должны находиться в пределах $\pm 0,2$ мм	E1 Автоматизированный раскрой заготовок E2 Входной контроль на производстве E3 Уменьшение припусков на промежуточных операциях
	F2 обеспечить остаток облоя должен быть не более 1 мм	E4 Автоматическая укладка в обрезающей штамповке E5 Контроль параметров кромки обрезающей штамповки
Получить изделия с требуемыми механическими свойствами	F3 обеспечить условный предел текучести не менее 780 МПа	E6 Входной контроль качества заготовки E7 Контроль режимов горячей деформации E8 Контроль режимов термообработки E9 Применение защитных покрытий при нагреве
	F4 обеспечить предел прочности не менее 860 МПа	
	F5 обеспечить относительное удлинение не менее 10%	
Получить изделия с высокой надежностью	F6 обеспечить срок службы изделий не менее 15 лет	
Получить изделия с хорошей поверхностью	F7 обеспечить шероховатость поверхности не более Ra 6,3 мкм	E10 Применение защитных покрытий при штамповке E11 Автоматический контроль за температурой штамповки
	F8 обеспечить поверхность без дефектов, видимых невооруженным глазом	
	F9 обеспечить поверхность без инородных тел	E12 Автоматическая продувка и смазка штампов
Система должна управлять технологическим процессом	F10 обеспечить частоту контроля параметров 1 раз в 5 сек	E13 Сервер для хранения и обработки параметров технологических процессов E14 Датчики контроля
	F11 допуск на температуру нагрева $\pm 10^\circ\text{C}$	E15 Термопара E16 Устройство аварийной сигнализации E17 Устройство автоматического отключения
	F12 допуск на скорость деформации $\pm 5\text{мм/с}$	E18 Датчик скорости E19 Устройство регулировки скорости
	F13 срок хранения параметров не менее 5 лет	E20 Дублирующий сервер для хранения параметров технологических процессов
Система не должна оказывать значительного влияния на окружающую среду и персонал	F14 количество вредных выбросов не должно превышать ПДК	E21 Газоанализатор E22 Устройство аварийной сигнализации
	F15 отсутствие работников в опасных зонах	E23 Датчики присутствия E24 Устройство блокировки

2. Выбор оптимальных решений

Далее с учетом приоритетов функций, а также с учетом накопленного опыта, анализа рынка оборудования и мнения экспертов можно выбрать необходимые устройства или оборудование. Возьмем для примера систему формообразования.

Подсистема формообразования:

- получение фасонной заготовки: радиально-ковочная машина (РКМ), трехплунжерный пресс (ТП), горизонтально-ковочная машина (ГКМ);

- штамповка: гидравлический пресс (ГП), механический пресс (МП), электровинтовой пресс (ЭВП), паровоздушный молот (ПМ).

Рассмотрим альтернативы с помощью интегрального параметра Гермейера (всего 12 вариантов в различных сочетаниях).

В таблице 4 приведен анализ альтернативных решений (в таблице приведены экспертные оценки, где «1» — лучшее значение, остальные значения установлены в долях от лучшего значения).

Оценка оптимальности приведена в таблице 5. Интегральные критерии Гермейера выведены из таблицы на слайде 8 путем пересчета по формуле $X = (X_{best} - X_i) / (X_{best} * K_i)$, где X — интегральный критерий Гермейера, X_{best} — наилучшее значение параметра, X_i — текущее значение параметра, K_i — рейтинг функции.

Таблица 2. Относительная оценка значимости функций

Функции	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
F1 обеспечить отклонение от поверхности изделия должны находиться в пределах $\pm 0,2$ мм	2	3	1	1	1	1	3	2	2	3	1	2	3	2	2
F2 обеспечить остаток облоя должен быть не более 1 мм	1	2	1	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	1	1
F3 обеспечить условный предел текучести не менее 780 МПа	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
F4 обеспечить предел прочности не менее 860 МПа	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
F5 обеспечить относительное удлинение не менее 10%	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
F6 обеспечить срок службы изделий не менее 15 лет	3	3	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2
F7 обеспечить шероховатость поверхности не более Ra 6,3 мкм	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1
F8 обеспечить поверхность без дефектов, видимых невооруженным	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
F9 обеспечить поверхность без инородных тел	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2
F10 обеспечить частоту контроля параметров 1 раз в 5 сек	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	1	1	2	2	2
F11 допуск на температуру нагрева $\pm 10^{\circ}\text{C}$	3	3	1	1	1	1	1	2	3	3	2	2	3	2	2
F12 допуск на скорость деформации $\pm 5\text{м/с}$	2	3	1	1	1	1	3	2	3	3	2	2	3	2	2
F13 срок хранения параметров не менее 5 лет	1	3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1
F14 количество вредных выбросов не должно превышать ПДК	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2
F15 отсутствие работников в опасных зонах	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2

* правило для оценок: «1» значимость функции в строке меньше, чем в столбце; «2» значимость функций равнозначна; «3» значимость функции в строке больше, чем в столбце

Таблица 3. Интегральная оценка значимости функций

Функции	Приоритет	Рейтинг
F1 обеспечить отклонение от поверхности изделия должны находиться в пределах $\pm 0,2$ мм	841	0,060
F2 обеспечить остаток облоя не более 1 мм	441	0,031
F3 обеспечить условный предел текучести не менее 780 МПа	1600	0,114
F4 обеспечить предел прочности не менее 860 МПа	1600	0,114
F5 обеспечить относительное удлинение не менее 10%	1600	0,114
F6 обеспечить срок службы изделий не менее 15 лет	1296	0,092
F7 обеспечить шероховатость поверхности не более Ra 6,3 мкм	400	0,028
F8 обеспечить поверхность без дефектов, видимых невооруженным глазом	676	0,048
F9 обеспечить поверхность без инородных тел	576	0,041
F10 обеспечить частоту контроля параметров 1 раз в 5 сек	529	0,038
F11 допуск на температуру нагрева $\pm 10^{\circ}\text{C}$	900	0,064
F12 допуск на скорость деформации $\pm 5\text{м/с}$	961	0,068
F13 срок хранения параметров не менее 5 лет	484	0,034
F14 количество вредных выбросов не должно превышать ПДК	1089	0,077
F15 отсутствие работников в опасных зонах	1089	0,077

Таблица 4. Анализ альтернативных решений

Функции	РКМ ГП	РКМ МП	РКМ ЭВП	РКМ ПВМ	3хПП ГП	3хПП МП	3хПП ЭВП	3хПП ПВМ	ГКМ ГП	ГКМ МП	ГКМ ЭВП	ГКМ ПВМ	Рейтинг функций
F1 обеспечить отклонение от поверхности изделия должно быть не более 1 мм	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9	1	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	0,7	0,060
F2 обеспечить остаток облоя должен быть не более 1 мм	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	1	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,031
F3 обеспечить условный предел текучести не менее 780 МПа	0,9	0,8	0,8	0,6	1	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	0,9	0,7	0,114
F4 обеспечить предел прочности не менее 860 МПа	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,114
F5 обеспечить относительное удлинение не менее 10%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,114
F6 обеспечить срок службы изделий не менее 15 лет	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,092
F7 обеспечить шероховатость поверхности не более Ra 6,3 мкм	0,9	0,8	0,8	0,6	1	0,8	0,9	0,6	0,9	0,8	0,8	0,6	0,028
F8 обеспечить поверхность без дефектов, видимых невооруженным	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9	1	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	0,7	0,048
F9 обеспечить поверхность без инородных тел	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,041
F10 обеспечить частоту контроля параметров 1 раз в 5 сек	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,038
F11 допуск на температуру нагрева ±10°C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,064
F12 допуск на скорость деформации ±5мм/с	0,9	0,9	0,9	0,7	1	1	1	0,8	1	1	1	0,8	0,068
F13 срок хранения параметров не менее 5 лет	0,8	0,8	0,8	0,6	1	1	1	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,034
F14 количество вредных выбросов не должно превышать ПДК	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,077
F15 отсутствие работников в опасных зонах	0,9	0,9	0,9	0,8	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,077
Суммарная оценка	0,27	0,27	0,27	0,04	0,65	0,64	0,59	0,07	0,34	0,38	0,38	0,06	

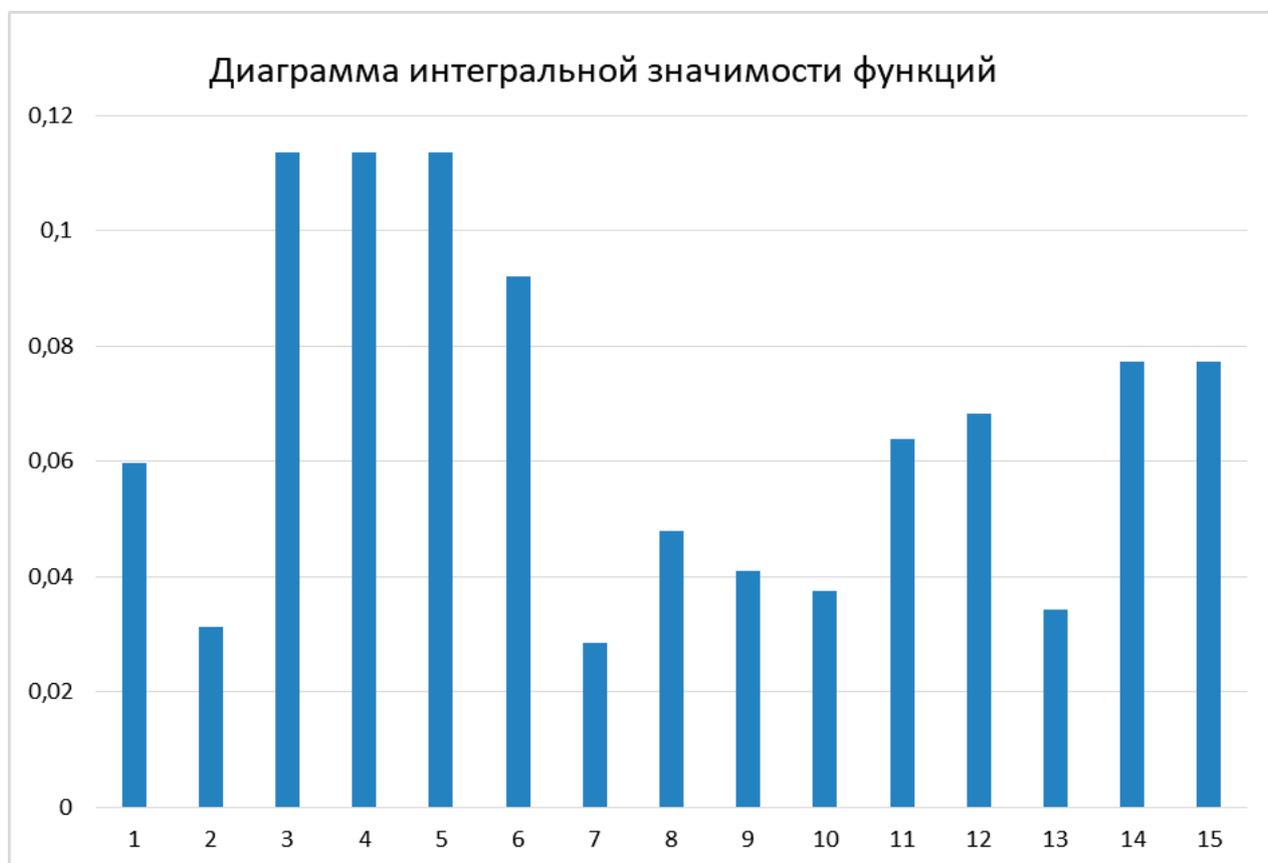


Рис. 1. Интегральная значимость функций

Таблица 5. Оценка оптимальности альтернативных вариантов

Функции	РКМ ГП	РКМ МП	РКМ ЭВП	РКМ ПВМ	3хПП ГП	3хПП МП	3хПП ЭВП	3хПП ПВМ	ГКМ ГП	ГКМ МП	ГКМ ЭВП	ГКМ ПВМ	Рейтинг функций
F1 обеспечить отклонение от поверхности изделия должны находиться в пределах $\pm 0,2$ мм	3,35	1,67	1,67	5,02	1,67	0,00	1,67	5,02	3,35	1,67	1,67	5,02	0,060
F2 обеспечить остаток облоя должен быть не более 1 мм	6,39	6,39	6,39	9,58	6,39	0,00	3,19	9,58	6,39	3,19	6,39	12,77	0,031
F3 обеспечить условный предел текучести не менее 780 МПа	0,88	1,76	1,76	3,52	0,00	1,76	0,88	2,64	0,88	1,76	0,88	2,64	0,114
F4 обеспечить предел прочности не менее 860 МПа	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,114
F5 обеспечить относительное удлинение не менее 10%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,114
F6 обеспечить срок службы изделий не менее 15 лет	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,092
F7 обеспечить шероховатость поверхности не более Ra 6,3 мкм	3,52	7,04	7,04	14,08	0,00	7,04	3,52	14,08	3,52	7,04	7,04	14,08	0,028
F8 обеспечить поверхность без дефектов, видимых невооруженным глазом	4,17	2,08	2,08	6,25	2,08	0,00	2,08	6,25	4,17	2,08	2,08	6,25	0,048
F9 обеспечить поверхность без инородных тел	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,041
F10 обеспечить частоту контроля параметров 1 раз в 5 сек	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,038
F11 допуск на температуру нагрева $\pm 10^\circ\text{C}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,064
F12 допуск на скорость деформации $\pm 5\text{мм/с}$	1,47	1,47	1,47	4,40	0,00	0,00	0,00	2,93	0,00	0,00	0,00	2,93	0,068
F13 срок хранения параметров не менее 5 лет	5,82	5,82	5,82	11,64	0,00	0,00	0,00	8,73	2,91	2,91	2,91	8,73	0,034
F14 количество вредных выбросов не должно превышать ПДК	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,077
F15 отсутствие работников в опасных зонах	1,29	1,29	1,29	2,59	0,00	0,00	0,00	1,29	1,29	1,29	1,29	2,59	0,077
Интегральный критерий Гермейера	26,88	27,52	27,52	57,08	10,14	8,80	11,35	50,53	22,50	19,95	22,27	55,01	

Чем меньше интегральный критерий, тем лучше решение.

Из рассмотренных альтернатив есть 2 способа, лидирующих по интегральному показателю Гермейера — фасонирование на 3-х плунжерном прессе + штамповка на гидравлическом прессе и фасонирование на 3-х плунжерном прессе + штамповка на электровинтовом прессе.

При изменении приоритетов функций вследствие внешних или внутренних факторов (изменение требований потребителя, законодательства, доступности оборудования, условий на рынках и т.д.) данная методика

позволяет достаточно быстро и точно выбрать наиболее оптимальный вариант системы в новых условиях.

Заключение

Системный подход к разработке технологического процесса позволяет достаточно быстро выбрать наилучший технологический процесс для удовлетворения требований разных заказчиков с учетом минимизации затрат и исключения (или уменьшения) избыточных требований.

Литература:

1. Бородкин А. А., Ефименко Г. А. «Системный инжиниринг для поиска технических решений. Введение». Сборник лекций. Дайджест. 6 издание, 2019
2. Романов А. А. 2012–2023 Курс лекций «Основы системного инжиниринга»
3. Романов А. А. Прикладной системный инжиниринг. М.: Физматлит, 2015. — 555 с
4. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. — М.: Наука, 1971. — 384 с. — (Оптимизация и исследование операций).

Автоколебания тока в системах с легированием примесными атомами

Корабоев Авазбек Алижонович, ассистент;
Абуллаева Нигора Улугбек кизи, ассистент
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Статья исследует автоколебания тока в легированных полупроводниках. Эти колебания возникают благодаря взаимодействию электронов с примесными атомами, создающими уровни ловушек, которые управляют проводимостью материала. Обсуждаются ключевые параметры автоколебаний, такие как тип и концентрация примесей, влияющие на частоту и амплитуду колебаний. Описаны основные уравнения и экспериментальные методы для анализа автоколебательных процессов, а также их возможные применения в электронике, включая генераторы и импульсные устройства.

Ключевые слова: автоколебания тока, легированные полупроводники, примесные атомы, уровни ловушек, проводимость, концентрация примесей, генераторы, электронные устройства.

Введение

Автоколебания тока — это явление, при котором в системе происходит самоподдерживающееся изменение тока без внешнего воздействия, кроме основного источника напряжения. В системах с примесными атомами автоколебания играют ключевую роль в управлении токопроводящими свойствами, существенно влияя на характеристики проводимости и устойчивость материала.

Легирование, то есть добавление атомов примесей в кристаллическую решетку полупроводника, изменяет его проводящие свойства, создавая дополнительные уровни энергии, которые могут участвовать в процессах проводимости. Этот метод широко применяется для управления свойствами материала, что особенно важно для таких отраслей, как микроэлектроника и квантовая электроника.

Механизм автоколебаний в легированных полупроводниках

Легирование примесными атомами создает уровни ловушек в запрещенной зоне полупроводника. Эти уровни выступают как дополнительные источники носителей заряда, способных участвовать в токопроводящем процессе. При подаче напряжения на материал с легированными атомами возникает ситуация, при которой ток через полупроводник колеблется с определенной частотой и амплитудой. Природа таких автоколебаний связана с неравновесными процессами рекомбинации и генерации носителей заряда, а также с переходами электронов между примесными уровнями и зонами проводимости, и валентной зоной. Динамическое взаимодействие между электронами и примесными атомами приводит к периодическому изменению плотности носителей заряда и тока.

Влияние параметров легирования

— Тип примесных атомов. Примеси могут быть донорными (например, фосфор в кремнии) или акцепторными (например, бор в кремнии), что определяет основной тип

заряда (электронный или дырочный). Донорные примеси создают уровни ближе к зоне проводимости, а акцепторные — ближе к валентной зоне. Тип примеси влияет на частоту и амплитуду автоколебаний.

— Концентрация примесей. Чем выше концентрация примесей, тем больше вклад в проводимость и тем выше вероятность появления автоколебаний, так как усиливается взаимодействие между носителями заряда и примесными уровнями.

— Распределение примесей. Равномерное распределение примесей в объеме полупроводника приводит к стабильным автоколебаниям, тогда как наличие градиентов концентрации или «кластеров» примесей вызывает сложные и нерегулярные автоколебания.

Основные уравнения автоколебательных процессов

1. Закон Ома и токопроводимость. Для описания тока I через легированный полупроводник используется закон Ома:

$$I = \sigma ES,$$

где σ — проводимость материала, E — напряженность электрического поля, а S — площадь поперечного сечения полупроводника. В легированных полупроводниках σ зависит от концентрации примесей, определяющей плотность носителей заряда n и их подвижность μ :

$$\sigma = ne\mu,$$

где e — заряд электрона.

2. Электронные и дырочные концентрации. В полупроводнике с легированием концентрация электронов n и дырок p определяется балансом генерации и рекомбинации. Для автоколебаний основным механизмом является изменение концентрации носителей под воздействием примесных уровней:

$$\frac{dn}{dt} = G - \frac{n}{\tau_n},$$

$$\frac{dp}{dt} = G - \frac{p}{\tau_p},$$

где G — скорость генерации носителей, τ_n и τ_p — времена жизни электронов и дырок соответственно. Если G является функцией от E , могут возникать автоколебания из-за изменений поля.

3. Уравнения Рида-Шокли-Холла (RSH). Скорость рекомбинации через примесный уровень с энергией E_t можно записать как:

$$R = \frac{np - n_i^2}{\tau_p(n + n_1) + \tau_n(p + p_1)},$$

где n_i — собственная концентрация носителей, n_1 и p_1 — концентрации при термодинамическом равновесии, а τ_p и τ_n — времена жизни, зависящие от плотности носителей.

4. Частота автоколебаний. Частота автоколебаний f определяется как:

$$f = \frac{1}{T},$$

где T — период колебаний. Частота автоколебаний может быть получена из уравнений рекомбинации, исходя из значения времени жизни носителей:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\tau_n \tau_p}{G}}$$

Это уравнение показывает, что частота автоколебаний возрастает с увеличением генерации G и уменьшается с ростом времени жизни носителей τ_n и τ_p .

Литература:

1. N., Abdullaeva N. U., Mirkomilova M. S., Shukurova D. M. The mechanism of current auto-oscillations in compensated silicon doped with impurity atoms.
2. Н. Ф. Зикриллаев, К. С. Аюпов, Ф. Э. Уракова, Н. У. Абдуллаева Фотоэлементы на основе кремния с бинарными соединениями $GexSi1-x$.
3. Мамадалиева У. П., Абдуллаева Н. У. Математическое моделирование физической модели автоколебания тока.

Экспериментальные методы исследования автоколебаний

Для наблюдения автоколебаний применяются методы регистрации осциллограмм тока при подаче постоянного напряжения на легированный образец. Осциллограммы позволяют измерять частоту, амплитуду и период автоколебаний. Также используется спектроскопия диэлектрических потерь и электролюминесценция, что помогает выявить изменения в уровнях энергии и плотности носителей заряда.

Применение автоколебательных эффектов в электронике

Явление автоколебаний тока используется для создания импульсных и генераторных устройств, особенно в низкочастотных и высокостабильных генераторах. Исследование автоколебательных процессов открывает возможности для разработки материалов с улучшенной устойчивостью к перегрузкам и колебаниям тока, что может найти применение в квантовой электронике и высокоскоростных вычислительных устройствах.

Заключение

Автоколебания тока в легированных полупроводниках представляют собой сложный, но перспективный эффект. Понимание и управление такими колебаниями могут позволить создавать более надежные и функциональные электронные устройства.

Воздушные перевозки беспилотными летательными аппаратами

Постовалов Иван Витальевич, студент;

Левшин Никита Сергеевич, преподаватель

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», филиал в г. Челябинске

Воздушные перевозки беспилотными летательными аппаратами представляют собой инновационное направление в транспортной отрасли, которое активно развивается в последние годы. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) обладают рядом преимуществ

перед традиционными видами транспорта, такими как самолеты и вертолеты. Они могут выполнять задачи быстрее, дешевле и эффективнее, что делает их привлекательным вариантом для различных секторов экономики.

Документы, регламентирующие деятельность БПЛА

Согласно «Федеральным правилам использования воздушного пространства РФ», утвержденными постановлением Правительства РФ от 11.03.2010 № 138, «беспилотный летательный аппарат» — это летательный аппарат, выполняющий полет без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете автоматически, оператором с пункта управления. Законодательно БПЛА разделяются на три категории и два подвида в зависимости от веса и назначения коптера. Это следует из смысла Воздушного кодекса РФ.

Максимальная взлетная масса коптера имеет значение для определения особенностей правового режима, а также иное беспилотное воздушное судно (БВС)

Исходя из этого устанавливаются три группы:

- 1) до 150 г. — это БВС не подлежащие государственной регистрации или учету;
- 2) от 150 г. до 30 кг — подлежащие государственному учету. В эту категорию попадают как «бытовые» так и «коммерческие» квадрокоптеры;
- 3) от 30 кг и более — подлежащие государственной регистрации и в основном используются специализированными организациями, а также в армии.

Для эксплуатации БПЛА определено требование, где его владельцу придется получить сертификат летной годности. Такое требование содержит постановление Правительства. Новое правило касается только беспилотников весом более 30 кг. На последние две категории БВС распространяется действие специальных авиационных правил по использованию воздушного пространства.

Также, БВС могут различаться по их назначению:

1) военные БВС — использующиеся для выполнения боевых целей с соответствующим оснащением;

2) гражданские БВС — использующиеся в мирных целях не содержащие специальных «боевых» систем и вооружения.

БВС должны иметь приемопередатчики, передающие данные об абсолютной высоте и работающие в соответствии с приложением 10 ИКАО (Международная организация гражданской авиации) и федеральными авиационными правилами, в это же время обмен информацией между внешним пилотом и органом управления воздушным движением по авиационной связи в воздушном пространстве, в котором БВС планирует выполнять полет, должен осуществляться с теми же уровнями надежности, непрерывности и целостности, как и во время полетов воздушных судов с пилотом на борту.

Если БВС соответствует требованиям сертификационного базиса то оно подлежит обязательной сертификации, в ходе которой выдается сертификат, а обязанность на прохождение сертификации возлагается на разработчика.

Так сертификационный базис гражданского воздушного судна, авиационного двигателя, воздушного винта, беспилотной авиационной системы и (или) ее элемента — совокупность требований, необходимых для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, гражданских воздушных судов, авиационных двигателей, воздушных винтов и охраны окружающей среды от воздействия деятельности в области авиации.

Сегодня существует множество примеров успешного применения беспилотных летательных аппаратов в различных сферах деятельности. Например, они используются для доставки грузов, мониторинга окружающей



Рис. 1. Дрон DJI Matrice 600 Pro для доставки медикаментов и грузов первой необходимости

среды, проведения научных исследований и спасательных операций. В будущем ожидается, что роль БПЛА будет только возрастать, и они станут неотъемлемой частью нашей повседневной жизни.

Так недавно в Китае был успешно проведён первый полет нового коммерческого грузового беспилотного дрона HH-100 (рис. 1)(рис.4). Двухмоторный БПЛА имеет максимальный взлетный вес 2000 кг, имеет грузоподъемность до 700 кг и способен преодолевать расстояние 520 км со скоростью до 300 км/ч. Его основное применение — это логистика на коротких расстояниях, однако его также можно применять для предотвращения и тушения пожаров, доставки гуманитарной помощи, экстренной связи и разгона облаков. Китайская компания AVIC, создавшая беспилотного грузового гиганта, продолжает вести разработку еще трех беспилотных транспортных систем грузоподъемностью 2, 5 и 10 тонн.

Но не смотря на всё происходящее в организации воздушных перевозок Китая, в России тоже имеются БПЛА доставляющие грузы. Так «Почта России» (рис. 3) в Заполярье обеспечивает доставку посылок в отдалённые районы, но пока только на региональном уровне и в 152 раза дороже, чем на регулярном пилотируемом рейсе, и дороже чартера в 43 раза, следует из доклада руководителя дирекции управления транспортом «Почты России».

Однако использование беспилотных летательных аппаратов также сопряжено с определенными рисками и проблемами. В первую очередь, это вопросы безопасности и контроля. Необходимо обеспечить надежность и безопасность эксплуатации БПЛА, а также разработать соответствующие правила и нормативы для регулирования их использования.

Правила использования воздушного пространства

Для использования в воздушном пространстве БПЛА определяют четыре правила, а именно:

1. Постановка квадрокоптера (БПЛА) на государственный учет, если только исключение для конкретного типа БВС не установлено законом, до начала выполнения им полетов должны быть нанесены учетные опознавательные знаки, имеющие в своем составе учетный номер беспилотного воздушного судна, присвоенный в порядке, установленном Правилами государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов.

2. Получение разрешения на использование воздушного пространства, так как БПЛА является материальным объектом в воздушном пространстве и его деятельность требует соблюдения особого порядка его использования. Разрешительным порядком является порядок использования воздушного пространства, при котором пользователи воздушного пространства осуществляют свою деятельность на основании планов (расписаний, графиков) использования воздушного пространства при наличии разрешения на использование воздушного пространства. Для получения разрешения подается сообщение о плане полета беспилотного воздушного судна независимо от класса воздушного пространства, в котором выполняется полет БВС. Исключением являются случаи визуального полета беспилотного воздушного судна.

3. Квадрокоптер, как и указывалось выше, относится к воздушным судам. Летательные аппараты могут эксплуатироваться, согласно Воздушному кодексу, только при наличии соответствующего экипажа. В связи с этим



Рис. 2. беспилотный вертолет SH-350



Рис. 3. Двухмоторный грузовой беспилотник НН-100

использование БВС возможно только при наличии внешнего пилота, который контролирует полет и работу БВС. Стоит отметить, что при эксплуатации беспилотных гражданских воздушных судов наличие бортового и санитарного журналов, руководства по летной эксплуатации необязательно.

4. Соблюдение правил выполнения авиационных работ. К ним относятся фото-, видео-, киносъемки и другие способы дистанционного зондирования земли с помощью БВС.

В частности, физические (юридические) лица, выполняющие авиационные работы, должны соответствовать



Рис. 4. Двухмоторный грузовой беспилотник НН-100

сертификационным требованиям, установленным Федеральными авиационными правилами.

Заключение

Отсюда мы можем сказать, что при эксплуатации БПЛА для воздушных перевозок потребуется получение разрешения от:

- 1) центра ЕС ОрВД в любом случае;
- 2) органа местного самоуправления (органа исполнительной власти города федерального значения) при использовании воздушного пространства над конкретным населенным пунктом;

Литература:

1. Квадрокоптеры (БПЛА, БВС): регистрация и использование [<https://sherkaly-adm.ru/news/media/2023/9/18/kvadrokoptyi-bpla-bvs-registratsiya-i-ispolzovanie/>]
2. Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем (Краснодар КубГАУ 2020) [<https://foresight.kubsau.ru/upload/iblock/d51/d512ce7d30a901b04a8fa50018300121.pdf>]

3) лица, в интересах которого установлена зона с особым статусом (ограничения) для полета над (в) такой зоной.

Эксплуатация БВС при отсутствии соответствующего разрешения может повлечь за собой привлечение к административной ответственности.

Таким образом, воздушные перевозки беспилотными летательными аппаратами являются перспективным направлением развития транспортной отрасли, которое имеет огромный потенциал для улучшения качества жизни и экономического роста. Однако для успешной реализации этого потенциала необходимо решить ряд технических, правовых и социальных вопросов, связанных с использованием БПЛА.

Системный подход к выбору моделей для предсказания разрушения деталей на основе статистических данных

Харечко Артем Игоревич, студент
Московский физико-технический институт

Сушин Евгений Юрьевич, инженер-конструктор первой категории
ПАО «Яковлев» (г. Москва)

Научный руководитель: Бородкин Александр Александрович, кандидат технических наук, преподаватель
Московский физико-технический институт

В статье описана методика работы с результатами испытаний деталей. С помощью методов машинного обучения удалось научиться предсказывать максимальное значение силы на растяжение, которую выдерживает деталь перед полным разрушением. Лучшую модель из исследуемых удалось выбрать с помощью инструментов системного инжиниринга. Предлагаемая методика работы с экспериментальными данными в дальнейшем может являться основой для моделей надёжности авиационных систем.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, метод Гермейера, обработка данных, моделирование, машинное обучение, метрики, прочностные испытания, надёжность авиационных систем.

Введение

Использование компьютерного моделирования в авиационной промышленности помогает добиться повышения качества изделий, снизить стоимость и сроки проектирования. Системный подход к безбумажному проектированию предполагает, что проектные решения проверяются моделированием на каждом этапе разработки [1]. Для сокращения стоимости и сроков проектирования нужно выбирать самые оптимальные решения ещё на ранних этапах. Компьютерное моделирование может облегчить поиск таких решений.

Системный инжиниринг — это междисциплинарный подход к разработке сложных технических систем, ко-

торый позволяет учитывать взаимосвязи и рассматривать систему как единое целое. Инструменты системного инжиниринга позволяют проводить сравнение показателей, сложно сравнимых между собой напрямую, выбирать самые оптимальные решения по совокупности факторов. Одними из удобных инструментов системного инжиниринга являются метод анализа иерархий (МАИ) и метод Гермейера. Они позволяют проводить многокритериальную оценку альтернатив с учётом значимости каждого сравниваемого критерия.

При проектировании авиационной техники критически важно обеспечить заданные показатели надёжности систем. Это можно сделать за счёт повышения

коэффициентов запаса и введения избыточности. Моделирование показателей надёжности сложных технических систем является нетривиальной задачей по причине большого количества разнородных факторов, которые необходимо учитывать. Для разработки моделей надёжности систем на основе экспериментальных данных об испытаниях отдельных компонентов предлагается использовать машинное обучение.

Постановка задачи

В данной работе предлагаемый подход опробован на примере записей, полученных при экспериментальном разрушении деталей на испытательной машине. С помощью методов машинного обучения можно предсказать максимальное значение силы на растяжение, которую выдерживает деталь перед полным разрушением. С точки зрения машинного обучения рассматриваемая задача является задачей регрессии — необходимо рассчитать значение одной непрерывной количественной переменной (максимальной силы) по известным характеристикам геометрии детали. С помощью методов системного инжиниринга необходимо выбрать оптимальный вариант обучения.

Работа с данными

Рассматриваемые детали представляют собой пластины из алюминийево-магниевого сплава толщиной 1.9 мм с различными конфигурациями отверстий. Всего для эксперимента выбрано 40 деталей. Экспериментальное разрушение деталей выполнено на универсальной испытательной машине «TIME WDW-300E». В ходе испытаний программно установлена скорость нагружения 5 мм/мин. Основные характеристики испытательной машины:

- наибольшая предельная нагрузка: 300 кН;
- пределы погрешности силоизмерителя: $\pm 1\%$;
- диапазон скоростей нагружения: от 0.005 до 500 мм/мин;

— масса: не более 2000 кг.

Этапы работы с экспериментальными данными представлены на рис. 1. Сбор данных, выбор признаков для модели машинного обучения и выбор самой модели относятся к исследовательским этапам. После этих этапов необходимо совершенствование модели машинного обучения таким образом, чтобы достичь заданного качества предсказания. Это может происходить в несколько итераций.

Для работы с экспериментальными данными создана консольная программа «Structural Failure Predictor» на языке Python 3. Программа осуществляет подготовку экспериментальных данных для работы с моделями машинного обучения, поиск лучшей модели и тестирование обученной модели. Программа загружает свои настройки из конфигурационного файла. Далее программа выполняет чтение единого файла с описанием всех испытаний и отдельных файлов для каждого испытания. Имеющиеся данные программа преобразует с учётом смещений нулей при измерении силы нагружения и деформации детали, рассчитывает дополнительные признаки. Программа выводит в отдельных окнах графики, позволяющие оценить подготовленные для обучения данные. Далее программа осуществляет поиск лучшей модели с помощью инструмента автоматизированного подбора гиперпараметров, а затем — тестирование лучшей модели с выводом результатов в консоль.

Сбор данных выполнен с помощью программы «WinWDW», которая позволяет полностью управлять процессом испытания детали. С момента начала нагружения до полного разрушения детали записываются следующие параметры с частотой 17 Гц:

- сила нагружения, кН;
- деформация детали по экстензометру, мм;
- перемещение траверсы машины, мм;
- время с момента начала нагружения, сек.

Записи разрушения деталей в координатах «сила растяжения — деформация», преобразованные программой «Structural Failure Predictor» с учётом смещений нулей, представлены на рис. 2.

Таблица 1. Требования, функции, элементы решения

Требования	Функции	Элементы решения
Получить экспериментальные данные	Проведение эксперимента по разрушению детали с записью параметров	Универсальная испытательная машина «TIME WDW-300E»
Определить прочностные характеристики детали по её геометрическим параметрам	Определение прочности на разрыв решением задачи регрессии	DecisionTreeRegressor
		RandomForestRegressor
		LinearRegression
		CatBoostRegressor
		SVR
Определить наиболее оптимальную модель машинного обучения	Сравнение доступных альтернатив по метрикам, полученным в результате обучения моделей, выбор лучшей модели для дообучения и дальнейшего использования	Метод анализа иерархий — поиск весов важности каждой метрики
		Метод Гермейера — сравнение моделей с учетом весов важности метрик

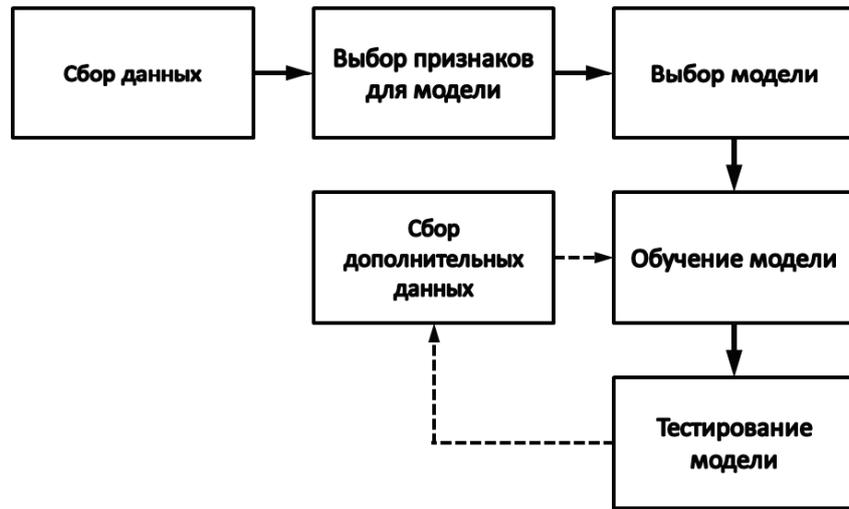


Рис. 1. Этапы работы с экспериментальными данными

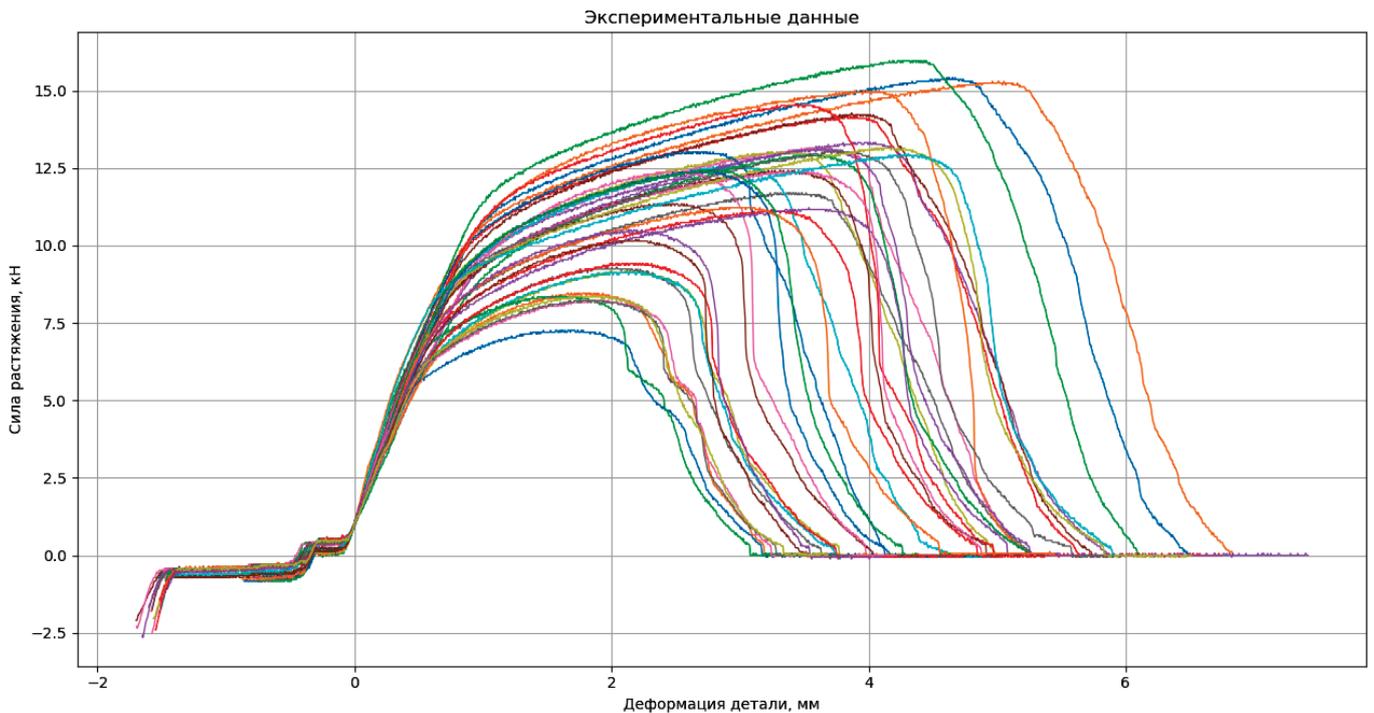


Рис. 2. Записи разрушения деталей

Экспериментальная зависимость максимальной силы нагружения детали от геометрии представлена на рис. 3. Диаграмма рассеяния показывает: чем меньше количество отверстий и диаметр каждого отверстия, тем больше максимальная сила нагружения.

Для выбора подходящих для модели машинного обучения признаков можно воспользоваться матрицей корреляции. Матрица корреляции показывает взаимосвязи входных признаков между собой и с целевым признаком. Одним из перспективных алгоритмов расчёта коэффициентов корреляции является алгоритм «Phi_K» [2]. Матрица корреляции «Phi_K», сгенериро-

ванная программой «Structural Failure Predictor», представлена на рис. 4. При рассмотрении матрицы корреляции видно, что геометрические характеристики детали значительно влияют на максимальную силу нагружения.

Программа «Structural Failure Predictor» делит имеющиеся данные на обучающую и тестовую выборку в заданном соотношении (3:1) и выполняет поиск лучшей модели, используя только обучающую выборку. При поиске лучшей модели программа записывает метрики оценки каждой модели — табл. 2. В таблице средние значения и среднеквадратичные отклонения (СКО) метрик оценки

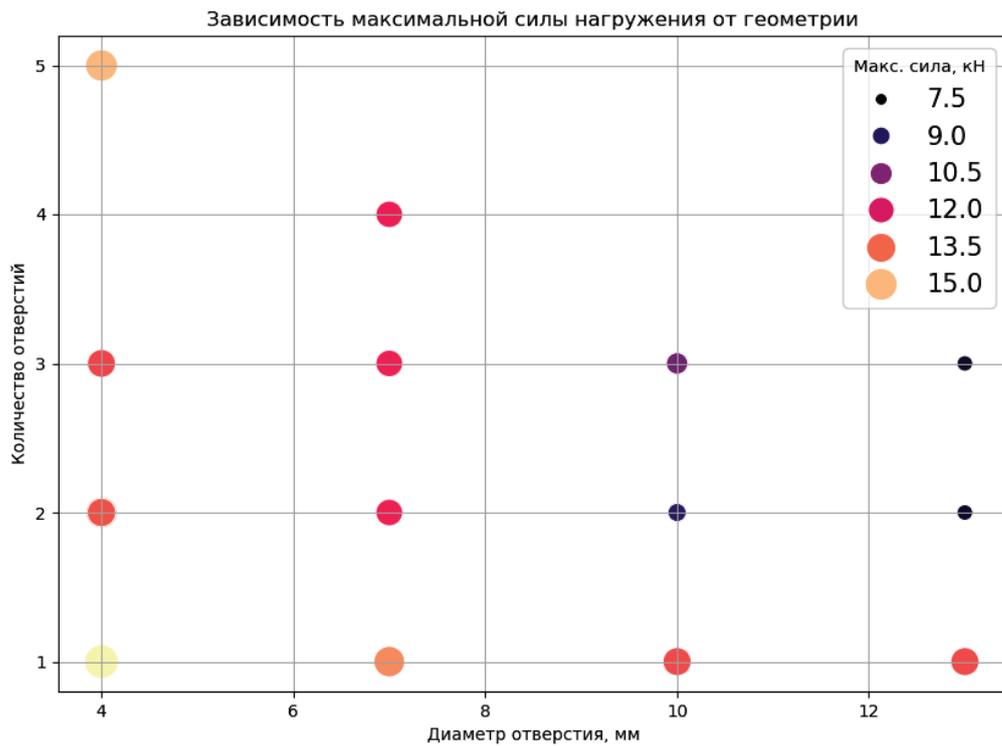


Рис. 3. Зависимость максимальной силы от геометрии детали

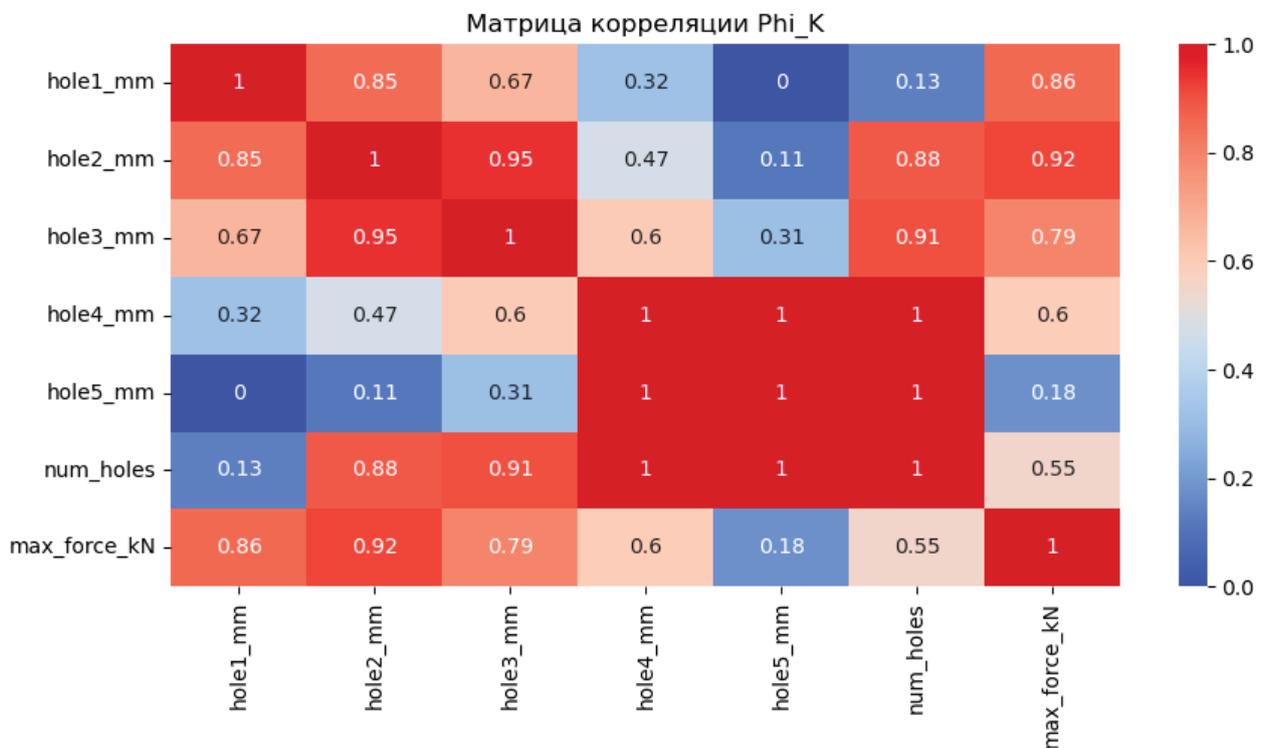


Рис. 4. Матрица корреляции «Phi_K»

посчитаны по результатам кросс-валидации каждой модели. Средние и медианные абсолютные ошибки показывают отклонения предсказанных значений целевого признака от истинных значений. Коэффициент детерминации — это доля дисперсии целевого признака, объясняемая рассматриваемой моделью. Чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем выше обобщающая способность модели.

посчитаны по результатам кросс-валидации каждой модели. Средние и медианные абсолютные ошибки показывают отклонения предсказанных значений целевого признака от истинных значений. Коэффициент детерминации — это доля дисперсии целевого признака, объясняемая рассматриваемой моделью. Чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем выше обобщающая способность модели.

Таблица 2. Метрики оценки моделей

Метрика	DecisionTreeRegressor	RandomForestRegressor	LinearRegression	CatBoostRegressor	SVR	KNeighborsRegressor
Средняя Mean Absolute Error, кН	0.598200	0.637564	0.649408	0.660813	0.918622	0.995760
СКО Mean Absolute Error, кН	0.205083	0.190433	0.196580	0.258555	0.468568	0.404001
Средняя Median Absolute Error, кН	0.438000	0.496029	0.454041	0.485839	0.809661	0.878400
СКО Median Absolute Error, кН	0.270067	0.171381	0.115725	0.317259	0.502971	0.516789
Средний коэффициент детерминации	0.734071	0.739488	0.605382	0.609362	0.371265	0.477092
СКО коэффициента детерминации	0.270970	0.241681	0.512143	0.483150	0.914493	0.496137
Среднее время обучения, сек	0.007353	0.188927	0.020060	0.968233	0.007634	0.009658
СКО времени обучения, сек	0.001041	0.008437	0.001907	0.094215	0.000698	0.000691
Среднее время предсказания, сек	0.006109	0.012034	0.005888	0.005760	0.004795	0.006268
СКО времени предсказания, сек	0.000477	0.000867	0.000472	0.000954	0.000405	0.000918

Оценка и сравнение альтернатив

Программа «Structural Failure Predictor» при работе алгоритма поиска лучшей модели рассчитала и вывела 10 метрик оценки. Большое количество разных метрик трудно для прямого человеческого восприятия. Далее проведена численная оценка важности каждой метрики с помощью

метода анализа иерархий. Метод предполагает попарное сравнение важности всех метрик с помощью оценок по шкале от «подавляюще превосходит» до «подавляюще уступает». Результаты попарного сравнения записываются в матрицу, затем рассчитывают итоговый вес каждой метрики оценки — табл. 3. Чем больше значение веса метрики, тем более значимый вклад она вносит в выбор лучшей модели.

Таблица 3. Расчёт важности метрик оценки по МАИ

Метрики оценки	Вес
Средняя Mean Absolute Error, кН	0.245
СКО Mean Absolute Error, кН	0.040
Средняя Median Absolute Error, кН	0.200
СКО Median Absolute Error, кН	0.044
Средний коэффициент детерминации	0.210
СКО коэффициента детерминации	0.035
Среднее время обучения, сек	0.090
СКО времени обучения, сек	0.017
Среднее время предсказания, сек	0.100
СКО времени предсказания, сек	0.018

Далее проведена оценка моделей по методу Гермейера. Для использования этого метода необходимо преобразовать значения метрик оценки таким образом, чтобы более высокое значение соответствовало лучшему качеству модели. В исходном виде это справедливо лишь для среднего коэффициента детерминации, поэтому остальные метрики преобразованы по следующему закону (1):

$$X'_i = \frac{1}{X_i}; \tag{1}$$

где X'_i — преобразованное значение метрики;

X_i — исходное значение метрики.

Формула для оценки оптимальности каждой альтернативы по методу Гермейера (в долях от лучшего значения метрики) имеет вид (2):

$$X = k \frac{(X_{max} - X_i)}{X_{max}}; \tag{2}$$

где X — оценка оптимальности альтернативы;

k — весовой коэффициент;

X_{max} — лучшее значение метрики;

X_i — текущее значение метрики.

Результаты расчёта оптимальности альтернатив по методу Гермейера для каждой модели машинного обучения представлены в табл. 4.

Интерпретировать оценки оптимальности альтернатив по методу Гермейера можно следующим образом: чем меньше значение оценки, тем лучше альтернатива. Если значение оценки какой-то метрики равно нулю, то альтернатива является лидером по этой метрике. Интегральный критерий Гермейера можно вычислить как сумму оценок оптимальности метрик альтернативы.

Наименьшее значение интегрального критерия Гермейера показывает лучшую модель — это DecisionTreeRegressor [4]. Оценки метрик позволяют определить, что у этой модели средние и медианные ошибки предсказаний являются минимальными среди всех моделей. Также минимально среднее время обучения. При этом среднеквадратичные отклонения небольшие. Высокое значение коэффициента детерминации при кросс-валидации говорит о хорошей обобщающей способности модели.

Другой хорошей моделью является LinearRegression [4]. Значения оценок этой модели немного хуже по метрикам средних ошибок и по коэффициенту детерминации, однако у этой модели низкие среднеквадратичные отклонения ошибок.

Тестирование лучшей модели выполнено на тех данных, которые не были задействованы при обучении. При тестировании средняя абсолютная ошибка (Mean Absolute Error) максимального значения силы составила 0.711 кН. Сравнение полученного значения средней абсолютной ошибки с исходными данными (рис. 2) показывает, что результат удовлетворительный. Другой важной метрикой, рассчитанной при тестировании модели, является коэффициент детерминации. Значение коэффициента детерминации — 0.7925, следовательно, в 79.25% случаев предсказание модели ближе к истине, чем простое среднее значение целевого признака.

Заключение

Таким образом, предлагаемый в работе подход опробован экспериментально. С помощью методов машинного обучения удалось научиться предсказывать максимальное значение силы на растяжение, которую выдерживает деталь перед полным разрушением. Лучшую модель из исследуемых удалось выбрать с помощью инструментов системного инжиниринга. Опробована методика работы с экспериментальными данными, которая в дальнейшем может являться основой для более сложных моделей надёжности авиационных систем.

Таблица 4. Оценки оптимальности альтернатив по методу Гермейера

Метрика	DecisionTreeRegressor	RandomForestRegressor	LinearRegression	CatBoostRegressor	SVR	KNeighborsRegressor
Средняя Mean Absolute Error, кН	0.000	0.015	0.019	0.023	0.086	0.098
СКО Mean Absolute Error, кН	0.003	0.000	0.001	0.011	0.024	0.021
Средняя Median Absolute Error, кН	0.000	0.023	0.007	0.020	0.092	0.100
СКО Median Absolute Error, кН	0.025	0.014	0.000	0.028	0.034	0.034
Средний коэффициент детерминации	0.002	0.000	0.038	0.037	0.104	0.074
СКО коэффициента детерминации	0.004	0.000	0.018	0.017	0.026	0.018
Среднее время обучения, сек	0.000	0.087	0.057	0.090	0.003	0.022
СКО времени обучения, сек	0.006	0.016	0.011	0.017	0.000	0.000
Среднее время предсказания, сек	0.022	0.060	0.019	0.017	0.000	0.024
СКО времени предсказания, сек	0.003	0.010	0.003	0.011	0.000	0.010
Интегральный критерий Гермейера	0.064	0.225	0.173	0.270	0.369	0.401

Литература:

1. Суздалева, Е. А. САПР в авиастроении и проблемы, возникающие при переходе на безбумажное проектирование / Е. А. Суздалева, А. О. Марченков // Вестник науки и образования. — 2019. — № 21 (75).
2. Документация к библиотеке «Phi_K» [Электронный ресурс]. — 2024. — Режим доступа: <https://phik.readthedocs.io/en/latest/>, свободный (дата обращения 13.10.2024).

3. А. А. Бородкин Системный инжиниринг для поиска технических решений. Сборник лекций, 6-е изд. / А. А. Бородкин, Г. А. Ефименко.— М.: МФТИ, 2019.— 142 с.
4. Документация к библиотеке «Scikit-learn» [Электронный ресурс].— 2024.— Режим доступа: <https://scikit-learn.org/stable/>, свободный (дата обращения 13.10.2024).
5. Бринк Х. Машинное обучение / Х. Бринк, Д. Ричардс, М. Феверолф.— СПб.: Питер, 2017.— 336 с.

БИОЛОГИЯ

Оценка исходного материала в селекции пролески сибирской (*Scilla siberica* Andrews) в Белгородской области

Недобойко Иван Андреевич, учитель химии и биологии;

Монастырская Татьяна Александровна, учитель химии;

Рядинская Виктория Петровна, учитель биологии

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 40» г. Белгорода имени Героя Советского Союза Вальдемара Сергеевича Шаландина

S*cilla siberica* Andrews, или пролеска сибирская, является одним из распространённых первоцветов Европейской части России. Она произрастает на сухих и влажных почвах, на солнечных и тенистых местах. Пролеска сибирская обеспечивает биоразнообразие естественных лесных биоценозов. Она является одним из ценных видов, используемых человеком. Этот вид является источником пищи, лекарственных средств и материала для ремесла. Кроме того, пролеска сибирская обладает декоративными свойствами и используется в создании естественных ландшафтов урбанизированных территорий. Так как новым направлением в ландшафтной архитектуре в настоящее время является пейзажный стиль, то изучение вида для включения в парки юга Среднерусской возвышенности представляет практический интерес.

На территории Белгородской области вид распространён повсеместно, поэтому для использования в зелёном строительстве стоит вопрос получения оригинальных сортов. В целом, проведение селекционной работы над пролеской сибирской является актуальной задачей в современном садоводстве и ландшафтном дизайне, которая может привести к получению более красивых, устойчивых и экономически выгодных сортов.

Первоцветы — это группа цветковых растений, объединённых по признаку раннего срока цветения. Одной из особенностей первоцветов является то, что они относятся к растениям ранней весны, цветущим в период с февраля по апрель. В этот период на территории Центрального Черноземья еще преобладает снег и температура ниже нуля, но первоцветы способны выдерживать такие экстремальные условия благодаря наличию луковицы или корневища, которые служат для накопления питательных веществ и воды [2].

Первоцветы имеют не только биологическую и эстетическую ценность, но и практическое применение в различных областях. Например, некоторые виды первоцветов используются в медицине: алкалоиды первоцвета

снежного используются для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, таких как аритмия и стенокардия. Флавоноиды, содержащиеся в первоцветах, обладают антиоксидантными свойствами и могут защищать организм от свободных радикалов, которые могут привести к развитию различных заболеваний, таких как рак, атеросклероз и диабет [1]. Первоцветы имеют широкое практическое применение в медицине, косметике, ландшафтном дизайне, кулинарии и пчеловодстве, что делает их важными растениями для человека.

Пролеска сибирская (*Scilla siberica*) — редкий вид растения, который был занесен в Красную книгу нескольких регионов России в связи с исчезновением его популяции из-за деградации естественных условий среды обитания и неурегулированного сбора в природе [6].

Восстановление популяции пролески сибирской имеет большое значение для сохранения биоразнообразия центрального Черноземья. Этот вид растения играет важную роль в экосистеме, поскольку обеспечивает пищей многие виды насекомых и животных.

В связи с этим, разработка программ по восстановлению популяции пролески сибирской, в том числе с использованием селекционных методов, является актуальной задачей. Необходимо проводить работы по сбору семян и их последующему выращиванию в специальных условиях, а также отбору наиболее устойчивых и адаптивных форм для последующего использования в восстановлении популяции в естественных условиях.

Исходный материал является основой для селекционного процесса. Правильный выбор и оценка растения, которое станет родительскими формами, позволяют добиться желаемых результатов. В селекции пролески сибирской можно выделить несколько ключевых аспектов оценки исходного материала:

1. Генетическое разнообразие. Генетическая изменчивость является основой для получения новых сортов. Для успешной селекции необходимо изучать различные по-

пуляции пролески, чтобы выявить их генетическое разнообразие и отобрать перспективные формы.

2. Фенотипические характеристики. Важно учитывать морфологические и физиологические признаки, такие как высота растения, форма и цвет цветков, размеры листьев и корней. Эти характеристики могут влиять на декоративные качества и адаптивность растения к условиям среды.

3. Устойчивость к болезням и вредителям. Пролеска сибирская может подвергаться воздействию различных патогенов и вредителей. Оценка устойчивости исходного материала к болезням, таким как грибковые инфекции, поможет отобрать наиболее приспособленные сорта.

4. Адаптация к условиям среды. Пролеска сибирская может произрастать в различных экологических условиях, и многие из них способны адаптироваться к неблагоприятным факторам окружающей среды. Исследование этих адаптационных механизмов важно для создания устойчивых форм.

Для полноценной оценки исходного материала используются различные методы:

— Генетические исследования. Молекулярно-генетические методы, такие как анализ ДНК, позволяют выявить генетическую изменчивость и определить родственные связи между различными популяциями.

— Фенологические наблюдения. Изучение различных этапов вегетации — от прорастания семян до цветения и плодоношения — помогает определить срок цветения и другие важные характеристики.

— Полевые испытания. Важно проводить испытания в различных экологических условиях, чтобы понять, как растения реагируют на разные элементы окружающей среды.

— Лабораторные анализы. Химический анализ почвы и растений может помочь выявить содержание необходимых питательных веществ и их влияние на рост и развитие пролески.

Селекция первоцветов проводится на специальных питомниках и требует определенных знаний и умений. Перед началом работы необходимо провести анализ существующих сортов и определить цели и задачи селекции. Затем проводятся работы по скрещиванию родителей с желаемыми характеристиками, а затем проводится отбор лучших растений. Окончательный результат селекционной работы оценивается на протяжении нескольких лет, в процессе наблюдения за растением в различных условиях [3].

Пролеска сибирская (*Scilla siberica*) также может быть подвержена селекции для улучшения ее характеристик.

Одним из главных задач селекции пролески сибирской является сохранение ее природных свойств и гене-

тического разнообразия, что позволяет сохранять экологическую устойчивость растения. Для этого проводятся работы по созданию сортов с улучшенными характеристиками, но без нарушения природной генетической структуры растения [7].

Одним из наиболее распространенных методов является селекция в естественных условиях, при которой изучается генетическое разнообразие и отбираются лучшие особи для дальнейшего разведения [5]. Другой метод — гибридизация, при которой создаются новые гибриды путем скрещивания двух разных видов первоцветов с целью получения растений с лучшими характеристиками.

Также используются методы мутагенеза, при которых генетический материал растения изменяется с помощью физических или химических воздействий для получения новых свойств, и генетической инженерии, которая позволяет вносить определенные гены в геном растения, чтобы усилить или изменить его свойства.

Для успешной селекции первоцветов необходимы высокий уровень знаний в области генетики и ботаники, а также доступ к соответствующей лабораторной и технической базе.

Естественный отбор играет важную роль в селекции пролески сибирской в декоративных целях. В природе этот вид выделяется разнообразием окраски листьев, формой цветков, высотой растения и другими признаками. В процессе естественного отбора выживают более приспособленные к условиям среды особи, которые имеют наиболее выгодные признаки для выживания и размножения [5].

При селекции пролески сибирской в декоративных целях используют метод естественного отбора, при котором отбираются растения с наиболее яркой и красивой окраской листьев, оригинальной формой цветков и привлекательной высотой. Также учитываются другие признаки, такие как устойчивость к болезням и вредителям, скорость роста и размножения.

Для проведения естественного отбора необходимо выращивать растения в естественных условиях и отбирать наиболее приспособленные особи для дальнейшего разведения [4]. Этот процесс может занять длительное время, так как естественный отбор происходит медленно, но результаты могут быть более устойчивыми и природными, что важно для сохранения биоразнообразия.

Оценка исходного материала в селекции пролески сибирской — это сложный, многогранный процесс, который требует интеграции различных научных дисциплин. Использование современных методов исследования и системный подход к отбору перспективных форм позволит добиться значительных успехов в области селекции, что принесет пользу как садоводам, так и окружающей среде.

Литература:

1. Аксенов, Е. С., Аксенова, растения. В 2-х томах. Энциклопедия природы России. Справочное издание. — М., 2010.
2. Богданов, П. Л. Ботаника. Морфология и систематика растений / П. Л. Богданов. — М.: М.-Л.: Гослесбуиздат, 2018. — 348 с.

3. Давыдова И. С. Селекция и генетика растений. — М.: Грузовиков, 2019. — 368 с.
4. Зеленский Ю. М. Селекция растительных культур. — М.: Колос, 2021. — 352 с.
5. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции; Высшая школа — М., 2019. — 592 с.
6. Красная книга курской области. Том 2. Редкие и исчезающие виды растений и грибов /Отв. ред. Н. И. Золотухин / Составители: Золотухин Н. И., Золотухина И. Б., Игнатов М. С., Полуянов А. В., Попова Н. Н., Прудников Н. А., Сошнина В. П., Филатова Т. Д. / Тула, 2002. 165 с.
7. Пролеска сибирская *Scilla siberica* haw. Корженевский В. В., Бондарева Л. В. В сборнике: Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. Симферополь, 2018. С. 102.

МЕДИЦИНА

Влияние ВИЧ-инфекции на клиническую форму туберкулеза органов дыхания

Елтонцева Юлия Алексеевна, студент;

Гребенюк Анна Ивановна, студент

Волгоградский государственный медицинский университет

Корзин Иван Александрович, студент

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (г. Санкт-Петербург)

Акрамов Искандар Нахидович, студент

Научный руководитель: Гагарина Светлана Геннадиевна, кандидат медицинских наук, доцент

Волгоградский государственный медицинский университет

Статья посвящена изучению сочетанной патологии «ВИЧ+Туберкулез». В результате обработки полученных данных определены особенности течения клинических форм туберкулеза в сочетании с ВИЧ-инфекцией, что позволяет в дальнейшем дифференцировать данную патологию и выбрать эффективную тактику лечения.

Ключевые слова: туберкулез, ВИЧ, МБТ, бактериовыделение, лекарственная устойчивость.

Введение. В настоящее время «ВИЧ+Туберкулез» считаются закономерными спутниками, вследствие чего данная комбинация патологий приобретает наибольшую клиническую значимость [1]. Туберкулез (ТБ), сочетанный с ВИЧ-инфекцией, является серьезной проблемой для общественного здравоохранения Российской Федерации [2]. При сочетании ВИЧ/ТБ возможно два варианта развития специфического процесса. На ранних стадиях ВИЧ-инфекции (I–IVa стадии) туберкулез имеет те же клинико-рентгенологические проявления, что и у больных, не инфицированных ВИЧ, и результаты лечения благоприятные. В противоположность этому на поздних стадиях ВИЧ-инфекции (IVb–V стадии) клинико-морфологическая, рентгенологическая картина специфического процесса становится атипичной. Формирование туберкулезных гранулем, грануляций резко угнетено или отсутствует, характерно острое течение туберкулезного процесса. На поздних стадиях ВИЧ-инфекции туберкулез приобретает генерализованный характер, протекая по типу сепсиса с вовлечением нескольких органов и прогноз для жизни у таких пациентов неблагоприятный [3; 4].

Цель: изучение возрастных, гендерных особенностей, клинических форм туберкулеза органов дыхания в сочетании с ВИЧ-инфекцией.

Материалы и методы. Проведен анализ материалов 50 историй болезни пациентов сочетанной патологией (туберкулез и ВИЧ), находящихся на стационарном лечении в ГБУЗ Волгоградский областной клинический противотуберкулезный диспансер в 2023–2024 гг. Статисти-

ческую обработку данных проводили с использованием встроенных функций ПО MS Office Excel 2019, программы GraphPad Prism 8.0.

Результаты и обсуждение. Среди обследованных в 3 раза чаще встречались мужчины (70%, 36 человек) ($p < 0,05$). Преобладали городские жители (42 человека, 84%, 95%ДИ 73,8–94,1%), средний возраст — 42,4 года, не работающие (43 человека, 86%, 95%ДИ 76,3–95,6%), из них инвалидов по туберкулезу 8 человек (16%, 95%ДИ 5,8–26,1%). Выявлен туберкулезный контакт в тюрьме в 28,8% случаев (15 человек). 36 пациентов (72%, 95%ДИ 59,5–84,4%) профилактическое рентгенологическое исследование проходили не регулярно. При обращении туберкулез выявлен у 41 пациента (81%, 95%ДИ 71,3–92,6%). Большинство пациентов имело вредные привычки: табакокурение (46 человек, 92%, 95%ДИ 84,4–99,5%), злоупотребляли алкоголем (20 человек, 40%, 95%ДИ 26,4–53,6%), употребляли психоактивные вещества (7 пациентов, 14%, 95%ДИ 4,3–23,6%).

Впервые выявленные пациенты составили 35 человек (70% 95%ДИ 57,2–82,7%), пациенты с рецидивом туберкулезного процесса 7 человек (14% 95%ДИ 4,3–23,6%), остальные больные с прерыванием лечения. Наиболее часто встречаемыми жалобами были кашель с мокротой (19,3% случаев), слабость (17,3%), одышка (15,3%), похудание (13,5%), лихорадка (11,5%), кровохарканье (3,8%). Жалобы отсутствовали только у 7 пациентов (14%).

Среди клинических форм туберкулеза преобладает инфильтративный туберкулез у 24 человек (48,9%, 95%ДИ

34,9–63,0%), также выявлен диссеминированный туберкулез у 13 человек (26,5%, 95%ДИ 14,1–38,9%), фиброзно-кавернозный туберкулез — у 7 пациентов (14,2%, 95%ДИ 4,4–24,1%), милиарный и очаговый туберкулез — по 2 пациента (4%, 95%ДИ 0–9,6%). Деструкция легочной ткани определялась рентгенологически у 50% пациентов с поражением органов дыхания. Выявлены так же следующие формы внелегочного туберкулеза: туберкулез костно-суставной системы у 4 пациентов (8%, 95%ДИ 0,4–15,4%), туберкулез периферических лимфатических узлов у 6 больных (12%, 95%ДИ 0–44,1%), туберкулезный менингит — у 3 (6%, 95%ДИ 0–12,6%), туберкулез мочевой системы — 2 пациента (4%, 95%ДИ 0–19,8%), туберкулез мужской половой системы — у 1 пациента (2%, 95%ДИ 0–6,0%). Туберкулезный процесс чаще всего осложнялся интоксикационным синдромом (16 пациентов, 32%, 95%ДИ 19,1–44,9%) и легочно-сердечной недостаточностью (16 пациентов, 32%, 95%ДИ 19,1–44,9%); белково-энергетическая недостаточность установлена у 12 пациентов (24%, 95%ДИ 12,1–35,8%). ВИЧ-инфекция сочеталась с вирусным гепатитом С у 20 пациентов (40%, 95%ДИ 26,4–53,6%).

Общее число пациентов с бактериовыделением составило 72% (36 человек), из них не имели лекарственной устойчивости микобактерий туберкулеза (МБТ) всего лишь 4 пациента (11,1%). Множественная лекарственная устойчивость МБТ выявлена у 17 человек (47,2%, 95%ДИ 30,8–63,5%), пре-широкая лекарственная устойчивость МБТ — у 6 пациентов (16,6%, 95%ДИ 4,4–28,8%), полирезистентность МБТ — у 4 (11,1%, 95%ДИ 0,8–21,4%), монорезистентность — у 3 (8,3%, 95%ДИ 0–17,3%), ши-

рокая лекарственная устойчивость — у 2 (5,5%, 95%ДИ 0–13,0%).

Среди 50 больных туберкулезом с IVБ (21 пациент, 24%, 95%ДИ 28,3–55,7%) и IVВ (25 человек, 50%, 95%ДИ 36,1–63,8%) стадией ВИЧ-инфекции в фазе прогрессирования при диагностике туберкулеза у 18 пациентов (36% случаев, 95%ДИ 22,6–49,3%) количество CD4+ лимфоцитов было менее 50 клеток в 1 кл/мкл крови, у 7 пациентов (14%, 95%ДИ 4,3–23,6%) — 50–100 клеток, у 10 пациентов (20%, 95%ДИ 8,8–31,1%) — 100–200 клеток, у 3 пациентов (6%, 95%ДИ 0–12,6%) — 200–350 клеток, у 5 пациентов (10%, 95%ДИ 1,6–18,3%) — 350–500 клеток, у 7 пациентов (14%, 95%ДИ 4,3–23,6%) — более 500 клеток. Большинство пациентов не получали антиретровирусную терапию (27 пациентов, 54%, 95%ДИ 40,1–67,8%), или получали ее нерегулярно (16 человек, 32%, 95%ДИ 19,0–44,9%).

Заключение. Таким образом, анализ полученных статистических данных пациентов с коморбидной патологией ВИЧ/ТБ позволяет оценить эпидемиологическую обстановку, клиническое течение конкретной формы, вследствие чего помогает выбрать правильный лечебный режим. У больных туберкулезом, сочетанным с ВИЧ-инфекцией IVБ и IVВ стадий, преобладающими клиническими формами туберкулеза были инфильтративный (48,9%) и диссеминированный (29,5%). При этом у 54% пациентов антиретровирусная терапия не применялась и 32% получали ее нерегулярно. Общее число пациентов с бактериовыделением составило 72%, в большинстве случаев выявлена множественная лекарственная устойчивость МБТ (47,2%), вследствие чего необходимо в лечении использовать резервные противотуберкулезные препараты.

Литература:

1. Барканова О. Н., Гагарина С. Г., Калуженина А. А., Попкова Н. Л. Диагностика и лечение туберкулеза у ВИЧ-инфицированных // Фарматека. — 2015. — № 4 (297). — С. 36–41.
2. Мишин В. Ю., Мишина А. В., Левченко М. В., Собкин А. Л., Эргешов А. Э. Сочетанные инфекции. Туберкулез и ВИЧ-инфекция // Consilium Medicum. — 2017. — № 11. — С. 15–23.
3. Поддубная Л. В., Зырянова Т. В., Игонина О. В., Кашникова Н. М., Пасаженикова И. К. Туберкулез у лиц с прогрессирующей ВИЧ-инфекцией // Journal of Siberian Medical Sciences. — 2018. — № 4. — С. 67–76.
4. Юдин А. Л., Афанасьева Н. И., Блажко В. Д., Мясников Д. А., Юматова Е. А. Одновременное выявление туберкулеза и ВИЧ-инфекции // Российский медицинский журнал. — 2017. — № 1. — С. 11–17.

Корреляция рака молочной железы и высшего образования

Ямилова Аделина Петровна, студент

Научный руководитель: Лядов Глеб Дмитриевич, ассистент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Рак молочной железы является ведущей проблемой здравоохранения среди женщин из-за его высокого уровня смертности и заболеваемости. Пятилетняя выживаемость при метастатическом раке молочной железы составляет менее 30% даже при адъювантной химиотерапии. Заболеваемость раком молочной железы чаще встречается в странах с высоким уровнем дохода (571/100 000), чем в странах с низким уровнем дохода (95/100 000), что отражает связь с глобализацией. Отмечено, что в отличие от других видов рака, у женщин с более высоким уровнем образования и социально-эко-

номическим положением заболеваемость выше, что требует принятия мер по управлению заболеванием на нескольких уровнях. Рак молочной железы очень опасен, его этиология до конца остается неясной, но существуют известные факторы риска, частью из которых возможно управлять. В развитых странах основными факторами риска развития рака молочной железы являются измененный образ жизни, более поздний возраст вступления в брак, позднее рождение первого ребенка, ночной график работы и заместительная гормональная терапия. В развивающихся странах основными причинами высокой заболеваемости раком груди и смертности от него являются отсутствие надлежащей осведомленности или знаний об этом заболевании, ненадлежащие программы скрининга, запоздалая диагностика и недостаточное количество медицинских учреждений. Выявлено, что частота злокачественных опухолей варьируется в зависимости от уровня образования. Отрицательная корреляция наблюдалась между уровнем образования и распространенностью рака печени, легких, пищевода, желудка, печени, в то время, как связь уровня образования с раком молочной железы остается спорной.

Цель: провести анализ современных данных о взаимосвязи рака молочной железы и уровня высшего образования.

Материалы и методы: исследования, которые выявлены путем поиска в базах данных PubMed, Web of Science и Scopus, а также списки ссылок из этих статей.

Ключевые слова: заболеваемость раком, социально-экономическое положение, образование, доход, рак молочной железы.

Correlation of breast cancer and higher education

Breast cancer is a leading public health problem among women due to its high mortality and morbidity rates. The 5-year survival rate for metastatic breast cancer is less than 30% even with adjuvant chemotherapy. The incidence of breast cancer is higher in high-income countries (571/100,000) than in low-income countries (95/10,000), reflecting the association with globalization. It is noted that, unlike other cancers, women with higher levels of education and socioeconomic status have a higher incidence, which requires disease management measures at several levels. Breast cancer is very dangerous, its etiology remains unclear to the end, but there are known risk factors, some of which can be controlled. In developed countries, the main risk factors for breast cancer are altered lifestyle, later age at marriage, late birth of the first child, night work, and hormone replacement therapy. In developing countries, the main reasons for the high incidence of breast cancer and mortality from it are lack of awareness or knowledge about this disease, inadequate screening programs, late diagnosis and insufficient number of health facilities. It was revealed that the incidence of malignant tumors varies depending on the level of education. A negative correlation was observed between the level of education and the prevalence of liver, lung, esophagus, stomach, liver cancer, while the relationship of the level of education with breast cancer remains controversial.

Objective: to analyze current data on the relationship between breast cancer and the level of higher education.

Materials and methods: studies that were identified by searching the PubMed, Web of Science and Scopus databases, as well as reference lists from these articles.

Keywords: cancer incidence, socioeconomic status, education, income, breast cancer.

Введение

Рак груди представляет собой серьезную проблему для мирового здравоохранения: он чаще всего диагностируется в мире. По оценкам, в 2020 году было зарегистрировано 2,26 миллиона случаев, и это основная причина смертности от рака среди женщин [1]. В отличие от многих других видов рака, рак молочной железы чаще встречается у женщин с более высоким уровнем социально-экономического положения, что предполагает наличие высшего образования [2]. В исследовании Ларсен И. и соавт. (2020) было установлено, что у женщин с самым высоким уровнем образования чаще диагностируют рак груди [3].

Возраст и генетическая предрасположенность

Возраст является немодифицируемым и наиболее важным фактором риска, а самые высокие показатели заболеваемости по возрасту наблюдаются у самых пожилых женщин [4]. В Великобритании более трети случаев рака

груди встречается у женщин старше 70 лет, и менее одной пятой женщины на момент постановки диагноза не исполнилось 50 лет. В менее развитых странах, напротив, более половины случаев рака груди встречается у женщин моложе 50 лет. Молодое население и на десятилетие более короткая продолжительность жизни являются основными факторами среднего более молодого возраста при постановке диагноза в менее развитых странах [5].

Примерно 5–10% случаев рака молочной железы имеют основную генетическую или наследственную причину, такую как мутации BRCA1 или BRCA2, но 8 из 9 женщин, у которых диагностирован рак молочной железы, не имеют заболевших раком женщин первой степени родства.

Репродуктивные факторы риска

К репродуктивным факторам риска относятся более раннее наступление менархе, позднее наступление менопаузы, меньшее количество детей и реже практикуемое грудное вскармливание [6]. Более высокий уровень об-

разования человека, как правило, снижает средний возраст наступления менархе за счет улучшения среднего статуса питания, который является ключевым фактором, определяющим возраст наступления менархе. В исследовании Хинард Л. и др. был оценен риск в 7% у женщин, вышедших замуж в возрасте 30 лет или старше, а у женщин, вышедших замуж в более молодом возрасте (~20 лет) он составлял 1,4% [7].

Женщины, которые получают высшее образование, рожают меньше детей и в более старшем возрасте [8]. А поздний возраст первых родов приводит к отсутствию дифференциации тканей молочной железы, большому воздействию неэстрогенных мутагенов и генотоксичности эстрогена [9]. У женщин с высшим образованием более длительное время сохраняется функционирующие яичники, что связан с более поздним наступлением менопаузы. Менопауза после 50 лет подвергает женщин длительному воздействию эстрогена [10, 11]. Метаанализ показал, что ранняя беременность и более длительное грудное вскармливание снижают риск развития рака молочной железы [12]. Однако женщины с высшим образованием, которые строят успешную карьеру, ввиду особенностей трудовой деятельности, дефицита времени откладывают беременность и предпочитают применение детских смесей для питания.

Нерепродуктивные факторы риска

Женщины, придерживающиеся невегетарианской и богатой животными жирами диеты, имеют больше шансов на развитие рака молочной железы, чем женщины, придерживающиеся вегетарианской диеты [13]. При этом отмечено, что вегетарианской диеты больше придерживаются лица с низким уровнем образования.

Риск рака молочной железы увеличивается вдвое у женщин с избыточным весом в постменопаузе. Ожирение, как один из факторов риска рака молочной железы, более распространено у лиц с более низким уровнем образования. В Тайване женщины с образованием ниже младшей школы имели гораздо более высокий уровень избыточного веса или ожирения, чем другие группы, а группы с более высоким уровнем образования имели более низкую распространенность избыточного веса или ожирения [14]. В США как женщины, так и мужчины, окончившие колледж, имели более низкую распространенность ожирения, чем люди с более низким уровнем образования [15, 16].

Ожирение является одним из сильных фактором риска рака молочной железы у женщин в постменопаузе, а также связано с неблагоприятным исходом заболевания у женщин всех возрастов [17]. Было отмечено, что женщины в постменопаузе с ИМТ (индексом массы тела) $\geq 25,0$ и окружностью живота ≥ 90 см были более склонны к развитию рака молочной железы [18]. Это является результатом активности и накопления полициклических ароматических углеводов (ПАУ) в жировой ткани

молочной железы. В жировой ткани молочной железы ПАУ взаимодействует с клеточным рецептором эстрогена, повышая риск развития рака молочной железы [19]. Кроме того, в другом исследовании было отмечено, что женщины с ожирением и раком молочной железы имеют худшую безрецидивную и общую выживаемость, чем женщины с раком молочной железы без ожирения.

Низкая физическая активность, что наблюдается чаще в женщин-карьеристок с высшим образованием, что также коррелирует с риском развития рака молочной железы. В исследовании случай-контроль, проведенном среди населения Южной Индии, было установлено, что женщины, занимающиеся домашним хозяйством и зачастую имеющие низкий уровень образования, имеют низкий риск рака молочной железы по сравнению с женщинами, не занимающимися домашним хозяйством, которые больше времени проводят на рабочем месте в офисе или др. [20, 21].

Умеренное употребление алкоголя >35–44 граммов в день увеличивает риск рака молочной железы на 46% [22, 23]. В тканях молочной железы более высокая доза алкоголя метаболизируется в ацетальдегид ферментом алкогольдегидрогеназой. Накопленный ацетальдегид может связываться с белками и ДНК и мешать антиоксидантной системе защиты, синтезу ДНК и системе восстановления, подавляя BRCA1 (ген BRCA1) [24, 25].

Повышенное потребление алкоголя наблюдалось у примерно 4% всех случаев рака молочной железы, диагностированных в 2020 году [26]. Женщины с более высоким социально-экономическим статусом и уровнем образования, как правило, употребляют больше алкоголя, что влияет на уровень эндогенных гормонов и как следствие на риск рака груди для этой группы [27]. Они на 26% больше страдают от рака груди, чем женщины с более низким уровнем образования, которые употребляют меньше алкоголя [32]. Большое норвежское исследование изучало связь репродуктивных факторов и факторов образа жизни в пошаговых статистических анализах и пришло к выводу, что 26% и 23% социального неравенства в раке молочной железы объяснялось паритетом и потреблением алкоголя [33].

Уровень образования напрямую связан с когнитивными способностями. Есть доказательства того, что когнитивные способности коррелируют с поведением, связанным со здоровьем, таким как курение, чрезмерное употребление алкоголя и ожирение [28], а именно эти факторы повышают риск развития рака груди.

Донг и др. утверждают, что женщины с более высоким уровнем образования обладают повышенным риском развития рака молочной железы, при этом употребление алкоголя, возраст наступления менопаузы и гормональная терапия играют опосредованную роль [29].

В исследовании У. Хвидтфельдт и др. выявлено, что более высокая заболеваемость раком груди в постменопаузе среди женщин с высоким уровнем образования в первую очередь опосредована потреблением алкоголя, репродуктивным поведением и использованием замести-

тельной гормональной терапии (ЗГТ). Гормональные контрацептивные препараты содержат более низкие дозы эстрогена, но их использование в течение длительного времени также может подвергать женщин длительной эстрогеновой стимуляции линии груди увеличивает риск рака груди [30, 31].

Выводы

Обзор литературы показал наличие сильной корреляции между высоким уровнем образования и повышенным риском развития молочной железы. Этот риск обусловлен рядом факторов, таких как репродуктивное поведение (рождение детей в позднем возрасте, меньшее количество родов), употребление алкоголя и использование заместительной гормональной терапии. В то же время женщины с более высоким уровнем образования,

как правило, редко страдают от ожирения, что снижает риск возникновения рака груди. Также они могут предотвратить около четверти случаев образования молочной железы за счет изменений в образе жизни. Установлено, что социально-экономическое явление также влияет на выживаемость пациентов. Женщины с низким уровнем образования чаще диагностируются на более поздних стадиях процессов, доступность медицинского обслуживания меньше, что ухудшает прогноз. Требуют разработки комплексных профилактических мер, учитывающих особенности поведения и образа жизни разных социальных групп, для снижения риска и улучшения выживаемости при раке молочной железы. Рак груди можно уменьшить, сократив потребление алкоголя, нормализовав массу тела, контролируя артериальное давление, увеличивая физическую активность и выполняя ежегодный скрининг онкозаболеваний у гинеколога.

Литература:

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al.. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2021; 71: 209–49. doi: 10.3322/caac.21660.
2. Klassen AC, Smith KC (2011) The enduring and evolving relationship between social class and breast cancer burden: a review of the literature. *Cancer Epidemiol* 35: 217–234. doi: 10.1016/j.canep.2011.02.009. PubMed: 21470929.
3. Larsen IK, Myklebust TÅ, Babigumira R, Vinberg E, Møller B, Ursin G. Education, income and risk of cancer: results from a Norwegian registry-based study. *Acta Oncol.* 2020 Nov;59(11):1300–1307. doi: 10.1080/0284186X.2020.1817548. Epub 2020 Sep 14. PMID: 32924698.
4. Cancer Research UK. Breast Cancer Statistics. 2021. Available from: <https://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics/statistics-by-cancer-type/breast-cancer> [Accessed Aug 2021].
5. Heer E, Harper A, Escandor N, Sung H, McCormack V, Fidler-Benaoudia MM. Global burden and trends in premenopausal and postmenopausal breast cancer: a population-based study. *Lancet Glob Health* 2020; 8: e1027–37. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30215-1.
6. Collaborative Group on Hormonal Factors in Breast Cancer. Menarche, menopause, and breast cancer risk: individual participant meta-analysis, including 118 964 women with breast cancer from 117 epidemiological studies. *Lancet Oncol* 2012; 13: 1141–51. doi: 10.1016/S1470-2045(12)70425-4.
7. Hinyard L., Wirth L. S., Clancy J. M., Schwartz T. The effect of marital status on breast cancer-related outcomes in women under 65: A SEER database analysis. *Breast.* 2017;23:13–17. doi: 10.1016/j.breast.2016.12.008.
8. Ewertz M, Duffy SW, Adami HO, Kvåle G, Lund E et al. (1990) Age at 1st Birth, Parity and Risk of Breast-Cancer — A Meta analysis of 8 Studies from the Nordic Countries. *Int J Cancer* 46: 597–603. doi: 10.1002/ijc.2910460408. PubMed: 2145231.
9. Dey S., Boffetta P., Mathews A., Brennan P., Soliman A., Mathew A. Risk factors according to estrogen receptor status of breast cancer patients in Trivandrum, South India. *International journal of cancer.* 2009;125.
10. Surakasula A., Nagarjunapu G. C., Raghavaiah K. V. A comparative study of pre- and post-menopausal breast cancer: risk factors, presentation, characteristics and management. *Journal of research in pharmacy practice.* 2014;3(1): p. 12.,
11. Dall G. V., Britt K. L. Estrogen effects on the mammary gland in early and late life and breast cancer risk. *Frontiers in oncology.* 2017 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28603694/>.
12. Anstey E. H., Shoemaker M. L., Barrera C. M., O’Neil M. E., Verma A. B., Holman D. M. Breastfeeding and breast cancer risk reduction: implications for black mothers. *American journal of preventive medicine.* 2017;53(3): S40–S46. doi: 10.1016/j.amepre.2017.04.024.
13. Gilsing A. M., Weijenberg M. P., Goldbohm R. A., van den Brandt P. A., Schouten L. J. Consumption of dietary fat and meat and risk of ovarian cancer in the Netherlands Cohort Study. *The American journal of clinical nutrition.* 2011;93(1):118–126.
14. University College London, Institute of Health Equity. Health inequalities in Taiwan 66–67 (Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare, 2016).
15. Hales CM, et al. Differences in obesity prevalence by demographic characteristics and urbanization level among adults in the United States, 2013–2016. *JAMA.* 2018;319:2419–2429. doi: 10.1001/jama.2018.7270.

16. Ogden CL, et al. Prevalence of obesity among adults, by household income and education — United States, 2011–2014. *Morb. Mortal. Wkly Rep.* 2017;66:1369. doi: 10.15585/mmwr.mm6650a1.
17. Seidell J. C. Waist circumference and waist/hip ratio in relation to all-cause mortality, cancer and sleep apnea. *European Journal of Clinical Nutrition.* 64 <https://www.nature.com/articles/ejcn200971>.
18. Recalde M., Davila-Batista V., Díaz Y., et al. Body mass index and waist circumference in relation to the risk of 26 types of cancer: a prospective cohort study of 3.5 million adults in Spain. *BMC medicine.* 2021;19(1).
19. Niehoff N., White A. J., McCullough L. E., et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons and postmenopausal breast cancer: an evaluation of effect measure modification by body mass index and weight change. *Environmental research.* 2017;152:17–25.
20. Kim J., Choi W. J., Jeong S. H. The effects of physical activity on breast cancer survivors after diagnosis. *Journal of cancer prevention.* 2013;18(3): p. 193.,
21. Wirtz P, Baumann F. T. Physical activity, exercise and breast cancer — what is the evidence for rehabilitation, Aftercare, and Survival? A Review. *Breast Care.* 2018;13 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29887785/>.
22. Bosron W. F., Li T. K. Genetic polymorphism of human liver alcohol and aldehyde dehydrogenases, and their relationship to alcohol metabolism and alcoholism. *Hepatology.* 1986;6(3):502–510.
23. McDonald J. A., Goyal A., Terry M. B. Alcohol intake and breast cancer risk: weighing the overall evidence. *Current breast cancer reports.* 2013;5(3):208–221.
24. Bosron W. F., Li T. K. Genetic polymorphism of human liver alcohol and aldehyde dehydrogenases, and their relationship to alcohol metabolism and alcoholism. *Hepatology.* 1986;6(3):502–510.
25. Liu Y., Nguyen N., Colditz G. A. Links between alcohol consumption and breast cancer: a look at the evidence. *Women's health.* 2015;11.
26. Rungay H, Shield K, Charvat H, Ferrari P, Sornpaisarn B, Obot I, et al.. Global burden of cancer in 2020 attributable to alcohol consumption: a population-based study. *Lancet Oncol* 2021; 22: 1071–80. doi: 10.1016/S1470–2045(21)00279–5.
27. Menvielle G, Kunst AE, van Gils CH, Peeters PH, Boshuizen H et al. (2011) The contribution of risk factors to the higher incidence of invasive and in situ breast cancers in women with higher levels of education in the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Am J Epidemiol* 173: 26–37. doi: 10.1093/aje/kwq319. PubMed: 21084553.
28. Huisman M, Mackenbach JP. Intelligentie en de verklaring van sociaaleconomische gezondheidsverschillen [Intelligence and the explanation for socio-economic inequalities in health]. *Ned Tijdschr Geneeskd.* 2007 May 12;151(19):1059–61. Dutch. PMID: 17552413.
29. Dong JY, Qin LQ. Education level and breast cancer incidence: a meta-analysis of cohort studies. *Menopause.* 2020 Jan;27(1):113–118. doi: 10.1097/GME.0000000000001425. PMID: 31479033.
30. Collaborative Group on Hormonal Factors in Breast Cancer. Menarche, menopause, and breast cancer risk: individual participant meta-analysis, including 118 964 women with breast cancer from 117 epidemiological studies. *Lancet Oncol.* 2012;13(11):1141–1151.,
31. Ruan GT, Xie HL, Hu CL, et al. Comprehensive prognostic effects of systemic inflammation and insulin resistance in women with breast cancer with different BMI: a prospective multicenter cohort. *Sci Rep.* 2023;13(1):4303.
32. Hvidtfeldt UA, Lange T, Andersen I, Diderichsen F, Keiding N, Prescott E, Sørensen TI, Tjønneland A, Rod NH. Educational differences in postmenopausal breast cancer — quantifying indirect effects through health behaviors, body mass index and reproductive patterns. *PLoS One.* 2013 Oct 24;8(10): e78690. doi: 10.1371/journal.pone.0078690. PMID: 24205296; PMCID: PMC3812044.
33. Braaten T, Weiderpass E, Kumle M, Lund E (2005) Explaining the socioeconomic variation in cancer risk in the Norwegian women and cancer study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 14: 2591–2597. doi: 10.1158/1055–9965.EPI-05–0345.

ФАРМАЦИЯ И ФАРМАКОЛОГИЯ

Фармацевт: история становления профессии

Ширинджонова Рухсора Фирдавсовна, студент
Колледж цифровой экономики и технологий (г. Саратов)

В данной статье анализируется история того, как знания о лекарствах, прогресс медицины, технологии и профессиональное обучение привели к становлению современной сферы деятельности — фармацевтики, а также этапы становления этой профессии. Изучены этапы исторической эволюции формации начиная от первобытного строя, древности, Средневековья, эпохи Просвещения.

Ключевые слова: история, фармакология, медицина, фармацевтическая профессия, производство лекарств, фармацевт, аптека.

Развитию фармации способствовало противостояние человека и природы, щедрой на болезни. Фармацию можно определить как усилия профессионалов, стремящихся обеспечить лекарствами себя и других. Фармация (от греч. *pharmakon*) представляет собой науку, которая учит познавать природные вещества и то, как их готовить и комбинировать, чтобы они служили лекарством от болезней или лекарством для сохранения здоровья.

Действительно, усилия человечества по облегчению боли и страданий и по преодолению болезней были постоянными на протяжении всей истории. В этом начинании первостепенное значение имели умение искать вещества с лечебными свойствами, искусство превращать их в лекарства, которые можно вводить в организм человека, а также легкость предоставления их больным.

Следует отметить, что болезнь всегда сопровождала человека, поэтому исторически борьба с ней была и остается актуальной. С самых далеких времен истории человечества поиск лекарств был частью повседневной жизни. Раскопки некоторых из древнейших поселений, таких как Шанидар (около 30 000 г. до н.э.), подтверждают аргумент о том, что доисторические люди собирали растения в лечебных целях [16, с. 247]. Постепенно расширялись народные знания о целебных свойствах некоторых природных веществ. Племенные целители, или шаманы, часто строго хранили тайну этих целительских знаний.

От шумеров сохранились глиняные дощечки, на которых были описаны различные лекарственные средства, основанные на растительных, животных и минеральных препаратах. Наиболее представительным с точки зрения используемых в то время лечебных средств является так называемый папирус Эберса [3, с. 184]. Этот документ, да-

тируемый первой половиной XVI века до н.э., перечисляет около 700 лекарств, описывает многочисленные лекарства растительного происхождения.

Древние китайцы практиковали вариоляцию, зная принцип вакцинации и следуя заветам одного из величайших представителей китайской медицины Хуан-ди [7]. Некоторые снадобья из лекарственных растений стали классикой западной медицины (например, корень женьшеня от усталости). Старейшей книгой, известной древним китайцам, была «Пэн-Цао», в которой описывались 365 лекарств с классификацией корней и трав.

В Древней Греции знания о лекарствах распространялись и углублялись. Из всех философов особого упоминания заслуживает Гиппократ (460 г. до н.э.), чьи медицинские познания представляли собой «беспрецедентное научное завоевание». Он считал, что каждый образованный человек должен иметь базовые знания в области медицины и общего состояния здоровья.

Римская медицина, точное отражение греческой медицины, значительно улучшилась, как и количество лекарственных средств, которые готовились не только врачами у себя дома, но также мирополоми или фармакопами (производителями бальзамов и отваров). Хотя в настоящее время трудно провести различие между профессиями врачей и фармацевтов, для многих первым фармацевтом является Гален (130–201 гг.н.э.). Благодаря его интересу к лекарственным растениям терапевтический арсенал значительно обогатился [11]. С другой стороны, Диоскорид, величайший фармаколог того времени, написал пять книг, в которых были описаны лекарства [2].

Распространение ислама в странах Средиземноморья способствовало обмену знаниями между Востоком и Западом, что, в свою очередь, способствовало расцвету ме-

дицины и фармакологии. Аббасиды начали поощрять открытие первых аптек в Багдаде в IX веке и стали управлять ими. Достижения в области химии и ботаники на Ближнем Востоке серьезно улучшили фармакологию. Фармацию считали одним из благороднейших искусств. Травники исчезли с улиц и стали занимать помещения. Медицина этого периода характеризовалась своей специализацией и практикой полипрагмазии: некоторые рецепты содержали более чем 100 различных ингредиентов. Аптекарь или аптека — изобретение этого периода, и первая аптека появилась в Багдаде.

Выдающейся фигурой, настоящим фармакологом этого периода был Ибн аль-Байтар, который описал около 1500 лекарств, почти все из них растительного происхождения. Среди других представителей этого периода выделялся врач Абу Бакр ар-Рази (известный как Ар-Рази) персидского происхождения, руководивший багдадской больницей и умерший в 925 году. Он составил первый в арабской литературе энциклопедический труд по медицине «Всеобъемлющая книга по медицине» в 25 томах. Ар-Рази первый применил вату в медицине и изобрел инструмент для извлечения инородных тел из гортани [2, с. 25]. Великий ученый этого периода ибн Сина, известный как Авиценна (980–1037), был автором «Канона медицины» (Canon Medicinæ) [14]. В одном из его разделов описывались применение и эффективность 811 препаратов, расположенных в алфавитном порядке. Хорезмский ученый Абу Райхан Беруни (973–1048) описал в своем сочинении «Фармакогнозия» лекарственные средства, применявшиеся в медицине того времени [10].

С другой стороны, существовали тексты, в которых конкретно упоминался состав лекарств, которые назывались Акрабадин, ставшие предшественниками «Фармакопей». Это были очень полезные тексты в практике фармацевтической профессии.

Также нельзя не подчеркнуть важность монастырской фармакологии. Аптеки в Средние века в христианском мире развивались преимущественно при монастырях и обслуживали паломников и нуждающихся, изучение ботаники здесь занимало преобладающее место в развитии фармации.

В эпоху Возрождения произошли два события, которые внесли значительный вклад в развитие фармакологии: изобретение печатного станка, который распространял фармакологические знания посредством печати, а вместе с ним и появление многочисленных и эффективных лекарств из Нового Света.

С началом периода Возрождения естественный порядок, эксперименты, рассуждения и наблюдения стали считаться важными в этой области. В результате этих событий началась новая эра в фармации. Парацельс (1493–1541 гг.н.э.) — одно из важных имен в этом процессе. Он открыл новое лекарство, которое перевернуло традиционную медицинскую систему и способствовало развитию медицины. Успех Парацельса состоял в том, что он использовал алхимические знания для производства ле-

карств и проложил путь к развитию химии, что положило начало новой эре в области фармацевтики [15]. Как можно понять из всех этих событий, начиная с XVI века, фармация все больше отказывалась от медицинских и биологических методов и начала обращаться к химическим методам, приобретая таким образом больше независимости от медицины.

Что касается возникновения фармакопеи, то термин «фармакопея» буквально переводится как «изготовление лекарств» (от др.-греч. *Фармаκον* — лекарство, яд и др.-греч. *ποιη* — делаю, изготавливаю) [4]. В эпоху Возрождения аптекарям и органам здравоохранения пришлось столкнуться с проблемой написания официальных и обязательных для всех аптекарей текстов при подготовке рецептов. Именно тогда появились фармакопеи, призванные решить проблему путем гомогенизации критериев приготовления лекарств, установления обязательных критериев для аптекарей. Город Нюрнберг поручил доктору Валерио Кордо написать официальную фармакопею, труд, который он оставил неопубликованным и который был издан после его смерти, в 1546 году. Примерно в это же время был придуман термин «фармакопея».

В древней Руси изготовлением лекарств занимались врачи, охотники, монахи и т.д. Широко применялись настойки, эликсиры, бальзамы, отвары, порошки, соки растений. Если нужно было приобрести лекарственные средства, то обращались к знахарям, лекарям, а позднее — к зелейникам [6]. Зелейные лавки были в больших городах [8]. В 1581 году в Кремле в правление Ивана Грозного Аптекарским приказом была открыта первая аптека для семьи царя.

Одной из величайших фигур науки эпохи Просвещения был химик Лавуазье [9], наряду с ботаником Линнеем [5]. Оба ввели новую номенклатуру соответственно для обозначения химических элементов и классификации растений. Этот период также представляет две новые терапевтические линии: разработку вакцины против оспы Эдварда Дженнера [12] и гомеопатию Самуэля Ганемана [13]. В конце XVIII века появилась профилактика инфекционных заболеваний посредством вакцинации.

В начале XX века производство лекарств достигло большого развития: наконец стало возможным иметь достаточное количество лекарств, сывороток и вакцин для борьбы практически со всеми видами медицинских проблем. В первой половине XX века фармацевты достигли очень высокого уровня в таких областях, как ботаника, биохимия и органическая химия, была прочно закреплена карьера фармацевта с прочной научной базой. Уже в 80-х и 90-х годах деятельность фармацевта стала более регламентированной и перешла от пассивной роли (отпуска лекарств) к активной, которая включает в себя консультирование, оказание фармацевтической помощи и т.д. Тем не менее до сих пор фармацевты продолжают сталкиваться с новыми проблемами, такими как внедрение и развитие новых технологий (с электронными рецептами, меняющимися правилами выписывания рецептов и отпуска ле-

карств), которые являются результатом технологической революции XXI века.

Таким образом, географические исследования, торговля и изобретения повлияли на становление фармацевтики. Фармацевтика, которая стала существовать в тесном сотрудничестве с врачами в позднем Средневековье, стала принимать свой современный вид благодаря новым школам и научным разработкам. В то время как фармация и медицина развивались вместе до XVI века, врачи и фар-

мацевты обучались по методу «мастер — ученик». В этот период, пока фармация оставалась в сфере медицинской науки, врачи часто сами готовили лекарства для своих пациентов. Движение Возрождения повлияло на развитие медицины и фармации, вызвав отделение этих двух дисциплин друг от друга. Фармация, приобретающая характер профессии, зародилась в древности, получила развитие в исламском мире в Средние века и завершилась в эпоху Возрождения.

Литература:

1. Большая российская энциклопедия. // [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://old.bigenc.ru/medicine/text/1957495> (дата обращения: 09.10.2024).
2. Емельянов С. А. История фармации: учебное пособие / под ред. Ю. А. Музыры. — Томск: СибГМУ, 2013. — 124 с. 25
3. Гузев К. С. Фармация Древнего Египта / К. С. Гузев // Разработка и регистрация лекарственных средств. — 2017. — № 3(20). — С. 184–189. — EDN ZRQDTT.
4. Исторические и медико-фармацевтические аспекты создания фармакопеи / Ю. В. Мирошниченко, А. Б. Перфильев, Н. Л. Костенко, Р. А. Еникеева // Вестник Российской Военно-медицинской академии. — 2022. — Т. 24. — № 1. — С. 219–230.
5. Кузьмин, И. В. Карл Линней: князь ботаники / И. В. Кузьмин // Aus Sibirien — 2008: IV Международная научно-практическая конференция, научно-информационный сборник, Тюмень, 21–24 апреля 2008 года / Главный редактор: Ярков А. П..— Тюмень: КоЛеСо, 2008. — С. 97–101. — EDN SFKCAT.
6. Как на Руси появились Аптеки: [Электронный ресурс].— Режим доступа: URL: // <http://slawa.su/letopisi/2913-kak-na-rusipouavilis-apteki.html>. (дата обращения: 08.10.2024).
7. Лазаренко, В. Г. Хуан-ди и становление традиционной китайской медицины / В. Г. Лазаренко // Традиционная медицина. Восток и Запад. — 2007. — № 2. — С. 5–12. — EDN VAONUB.
8. Медицина на Руси: [Электронный ресурс].— Режим доступа: URL: // URL: <http://ruspravda.info/Meditsina-na-Rusi-653.html>. (дата обращения: 09.10.2024).
9. Мычко, Д. И. Антуан Лоран Лавуазье и первая научная революция в химии / Д. И. Мычко // Хімія: проблеми викладання. — 2003. — № 6. — С. 63–64. — EDN NMFOPM.
10. Махсумов Ш. М., О. А. Зайцева, М. А. Мамажонова. Значение Абу Райхан Беруни в развитии фармакогнозии // Academic research in educational sciences. 2022. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-abu-rayhan-beruni-v-razvittii-farmakognozii> (дата обращения: 09.10.2024).
11. Максеева, Е. В. Личность в истории фармации: Гален / Е. В. Максеева, И. В. Щербакова // Week of Russian science (WeRuS-2024): Сборник материалов XIII Всероссийской недели науки с международным участием, посвященной Национальному дню донора, Саратов, 16–19 апреля 2024 года. — Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского, 2024. — С. 1076–1077. — EDN AMXVII.
12. Опимах, И. В. Эдвард Дженнер и история вакцинации / И. В. Опимах // Медицинские технологии. Оценка и выбор. — 2018. — № 4(34). — С. 77–82. — DOI 10.31556/2219-0678.2018.34.4.077-081. — EDN YWBEBN.
13. Поляков, В. Е. Открытия Самуэля Ганемана и история зарождения гомеопатии / В. Е. Поляков // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. — 2015. — Т. 94, № 4. — С. 99–104. — EDN UKKCJX.
14. Хожамбергенова, П. Х. Выдающиеся научные достижения Абу Али Ибн Сина в медицине и фармакологии / П. Х. Хожамбергенова, Д. Абатжанов // Мировая наука. — 2020. — № 1(34). — С. 551–553. — EDN SPJYAE.
15. Hugh D. Crone, Paracelsus: The Man who Defied Medicine: His Real Contribution to Medicine and Science, The Al-barello Press, Melbourne, 2004, s. 85–150.
16. Solecki R. S. Shanidai: The first Hovel people. — New York, 1971. — P. 246–249.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 44 (543) / 2024

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 13.11.2024. Дата выхода в свет: 20.11.2024.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.