

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



47 2023  
ЧАСТЬ I

16+

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 47 (494) / 2023

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

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

*Международный редакционный совет:*

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-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 *Жюль-Анри Пуанкаре* (1854–1912), гениальный французский ученый широкого профиля, основоположник качественных методов теории дифференциальных уравнений и топологии, заложивший основы теории устойчивости движения, создатель нового направления в философии, получившего название конвенционализма.

Анри Пуанкаре родился 29 апреля 1854 года в г. Нанси (Лотарингия, Франция). Его отец, Леон Пуанкаре, успешно совмещал обязанности практикующего врача с лабораторными исследованиями и лекциями на медицинском факультете. Мать, Эжени Лануа, весь день проводила в хлопотах. Вся ее жизнь была посвящена исключительно воспитанию детей — сына Анри и дочери Алины.

Заболев дифтерией, Анри на несколько месяцев оказался прикован к постели, болезнь осложнилась параличом ног и мягкого неба. Мальчик не мог говорить.

После болезни Анри очень переменялся не только внешне, но и внутренне. Он стал робким, мягким и застенчивым. Домашним обучением мальчика занимался Альфонс Гинцелин, давний друг семьи Пуанкаре — широко образованный и эрудированный человек, прирожденный преподаватель. Учитель убедился, что Анри неплохо считает в уме. От природы великолепная слуховая память Анри еще больше окрепла и обострилась за время болезни. Опыт усвоения знаний почти без фиксации на бумаге, с минимумом письменной работы, вырос в глубоко своеобразную, резко индивидуальную манеру.

Хорошая домашняя подготовка позволила Анри поступить сразу в девятый класс лицея (отсчет классов велся в обратном порядке — с десятого, начального, по первый, самый старший класс).

Пятого августа 1871 года лицеист Пуанкаре успешно сдал экзамены на бакалавра словесности с оценкой «хорошо». Через несколько дней Анри изъявил желание участвовать в экзаменах на степень бакалавра наук.

Экзамен состоялся 7 ноября 1871 года. Пуанкаре выдержал его, но лишь с оценкой «удовлетворительно». История этого казуса такова: опоздав на экзамен, весьма возбужденный и выбитый из колеи, Анри плохо понял задание, отклонился от темы и начал излагать ответ на совершенно другой вопрос. Но университетские профессора закрыли глаза на некоторое нарушение формальных канонов ради торжества справедливости. Анри отвечал уверенно и блестяще, продемонстрировав свободное владение материалом. Ему была присуждена степень бакалавра наук.

Для того чтобы работать в госаппарате или в армии на хорошей технической должности, Пуанкаре стал студентом Политехнической школы, где был в числе первых учеников почти по всем предметам. Не преуспевал в рисовании, черчении и военном деле.

Зато в физике, химии и математике равных ему не нашлось. После окончания Политехнической школы продолжил обучение в Горной, где взялся всерьёз за настоящие научные исследования.

В апреле 1879 года, после окончания Горной школы, выпускник Анри Пуанкаре был распределен в Везуль простым инженером шахт третьего класса.

Ранним утром 1 сентября 1879 года, еще до рассвета, произошел взрыв рудничного газа, и под вопросом оказалась судьба около двух десятков шахтеров, оставшихся под землей. Исполняя свой долг, Пуанкаре спустился вместе со спасательно-поисковой группой в зияющее жерло шахты навстречу полной неизвестности. В последовавшей затем суматохе администрация даже сообщила о гибели инженера Пуанкаре при расследовании обстоятельств аварии, но, к счастью, это была ошибка.

Диссертация давала Анри Пуанкаре право преподавать в высших учебных заведениях. И он не замедлил этим воспользоваться. Первого декабря 1879 года он отбыл в Кан, где был назначен преподавателем курса математического анализа на факультете наук.

В феврале 1881 года в *Comptes Rendus*, самом авторитетном французском научном журнале, появилась первая заметка Пуанкаре о фуксовых функциях. За два года Пуанкаре опубликовал серию из 25 заметок и нескольких обширных мемуаров.

Почти два года провел Анри в Кане. Двадцатого апреля 1881 года в Париже была отпразднована свадьба Пуанкаре с мадемуазелью Полен д'Андеси. Семья Пуанкаре переехала из нормандской столицы в столицу Франции.

Уже в 1886 году Пуанкаре возглавил кафедру математической физики и теории вероятностей в Парижском университете, а в 1887-м его избрали членом Академии наук Франции. Открытия следовали за открытиями: теория автоморфных функций, комбинаторная топология, дифференциальная геометрия, алгебраическая топология, теория вероятностей, функциональный анализ.

В 1889 году Пуанкаре получил международную премию за работу по «небесной механике», задаче трёх тел, где девизом послужила строка из древнего стихотворения на латыни: *Nunquam praescriptos transibunt sidera fines* — «Никогда предписанных границ не перейдут светила». Дальнейшее изучение этой области вылилось в трёхтомный трактат «Новые методы небесной механики», ставший классикой научного исследования в астрономии и квантовой механике, а также в статической физике. В результате профессор Пуанкаре был приглашён в Сорбонну, чтобы возглавить там кафедру небесной механики.

В течение жизни Анри Пуанкаре получил множество званий, наград и премий, его именем назван Парижский математический институт и большой кратер на обратной (тёмной) стороне Луны.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Гурбанмаммедов Н., Гурбанмаммедов П. Н., Хайдарова О. А.**  
Свойства решений многоточечной задачи интегродифференциального уравнения Барвашина с частной производной второго порядка ..... 1
- Гурбанмаммедов Н., Гурбанмаммедов П. Н., Хайдарова О. А.**  
Многоточечная задача для интегродифференциального уравнения Волтерра — Фредгольма ..... 5
- Иламанов Б. Б., Курбанов Б. Ш.**  
Оптимизация сложных систем через математическое моделирование..... 9

### ФИЗИКА

- Абрамов А. В., Панкратова Е. А., Нгуен Ван Тке**  
Эффект полировки кремниевых пластин в локализованном газовом разряде .....12

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Казарян Д. М., Ашакова К. В.**  
Безопасность в социальных сетях: как защититься от взлома .....15
- Михин А. В.**  
Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для создания и использования электронных образовательных ресурсов.....17
- Эльшакери Х. М.**  
Локальные сети: виды и их применение .....20

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Варламов А. С., Седых А. В., Бачурин Д. С.**  
Перспективы развития систем и средств комплексов с беспилотными летательными аппаратами .....25
- Варламов А. С., Седых А. В., Бачурин Д. С.**  
Обобщенный анализ существующих тенденций и достижений в области перспектив развития систем и средств беспилотных летательных аппаратов .....27
- Власов Д. А.**  
Особенности применения самолётов радиоэлектронной борьбы .....31
- Калабаева А. Ч., Алимова К. К.**  
Подготовка питьевой воды из маломощных поверхностных водоисточников.....35
- Шапенкова А. В.**  
Методы и подходы к проектированию эффективных систем отопления и вентиляции в производственных помещениях.....37

### АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Москаев И. Д.**  
Перспективы 3D-печати бетона в строительстве .....40
- Рыжикова Н. В.**  
Влияние частичного или полного отсутствия сцепления арматуры с бетоном на образование трещин в конструкциях .....41
- Сулименко В. Д.**  
Градостроительное преобразование постиндустриальных территорий Советского района Волгограда методом ландшафтного восстановления .....45

## БИОЛОГИЯ

**Азявчикова Т. В., Матенкова К. А.**

Видовой состав чешуекрылых Гомельского района Республики Беларусь.....50

**Азявчикова Т. В., Миненко Ж. И.**

Массовые виды семейства Libellulidae Гомельского района Республики Беларусь.....52

**Синчук О. В., Малюга М. И.**

Биоэкология белки обыкновенной (*Sciurus vulgaris* (Linnaeus, 1758)) в условиях Беларуси.....55

## МЕДИЦИНА

**Буримский Н. А.**

Перспективы использования виртуальной реальности и искусственного интеллекта в реабилитации .....57

**Каллаева К. К.**

Роль липопротеида(а) в развитии атеросклероза: методы лабораторной диагностики.....58

**Милютина Д. А., Гарифжанова К. Р.,****Шубин Л. Л.**

Здравоохранение Удмуртской республики в 1974–1975 годах .....60

**Михайлова Я. А.**

Клиническо-лабораторная диагностика атеросклероза и его возможные осложнения...61

**Никитина Л. П., Галиуллина А. Р.**

Роль антидотов при воздействии на организм человека различных ядов.....63

**Никитина Л. П., Галиуллина А. Р.**

Осведомленность населения о вреде метанола и значимости его противоядия.....64

**Олтян И. С., Мамедов С. С.**

Клинические и эпидемиологические особенности кори у взрослых.....66

# МАТЕМАТИКА

## Свойства решений многоточечной задачи интегродифференциального уравнения Барвашина с частной производной второго порядка

Гурбанмаммедов Нурмухаммет, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

Гурбанмаммедов Парахат Нурмухаммедович, старший преподаватель  
Военный институт Министерства обороны Туркменистана имени Сапармурада Туркменбаши Великого (г. Ашхабад, Туркменистан)

Хайдарова Огулхан Алламурадовна, преподаватель  
Международный университет нефти и газа имени Ягшигельды Какаева (г. Ашхабад, Туркменистан)

В работе [1] рассматривали задачи:

$$\frac{\partial^2 x(t,s)}{\partial t^2} = f(t,s,x(t,s)) + \int_c^d n(t,s,\delta,x(t,\delta))d\delta + g(t,s)$$

$$x(a,s) = \phi(s), \quad x'_i(a,s) = \psi(s)$$

Доказали однозначную разрешимость. В данной работе рассматриваем следующую задачу:

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} + a \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = f(x,t,u(x,t)) + \int_0^l K(x,t,\tau,u(\tau,t))d\tau, \quad (x,t) \in [0,l] \times [0,T] = D \quad (1)$$

$$u(x,0) + \sum_{i=1}^P \alpha_i u(x,t_i) = \phi(x), \quad \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} + \sum_{i=1}^P \beta_i \frac{\partial u(x,t_i)}{\partial t} = \psi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (2)$$

где

$$1 + \sum_{i=1}^P \alpha_i (1 + at_i) = A \neq 0, \quad 1 + \sum_{i=1}^P \beta_i (1 - at_i) = B \neq 0, \\ 1 + \frac{a^2}{AB} \sum_{i=1}^P \alpha_i t_i \sum_{j=1}^P \beta_j t_j = C \neq 0,$$

и находятся достаточные условия однозначной разрешимости.

### Задача однозначной разрешимости (1),(2)

**Теорема 1.** Пусть функции  $\phi, \psi \in C([0,l]), \quad f \in C(D, \mathbb{R}^1),$

$K \in C(D, [0,l], \mathbb{R}^1)$  удовлетворяют условию

$$\begin{aligned} |f(x,t,u) - f(x,t,\vartheta)| &\leq L_1 |u - \vartheta|, \\ |K(x,t,\tau,u) - K(x,t,\tau,\vartheta)| &\leq L_2 |u - \vartheta| \end{aligned}$$

где  $L_1, L_2 = \text{const} \geq 0,$

$$d = \max_{(x,t) \in D} \left| g(x,t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(s,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) f(x,s,0) ds + \right. \\ \left. + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l q(s,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) K(x,s,\tau,0) d\tau ds + \int_0^t (t-s) f(x,s,0) ds + \int_0^t \int_0^l (t-s) K(x,s,\tau,0) d\tau ds \right| < +\infty, \quad (3)$$

где

$$g(x,t) = \frac{\phi(x)}{A} \left( (1+at) \left( 1 - \frac{a^2}{ABC} \sum_{i=1}^P \alpha_i t_i \sum_{j=1}^P \beta_j t_j \right) + \frac{a^2 t}{BC} \sum_{i=1}^P \beta_i t_i \right) + \frac{\psi(x)}{C} \left( t - \frac{1}{A} \sum_{i=1}^P \alpha_i t_i \right) \\ h(t, \alpha_i, \beta_i) = a \left( \frac{(1+at)\alpha_i}{A} + \frac{a}{BC} \left( \frac{a\alpha_i}{A} \sum_{j=1}^P \beta_j t_j - \beta_i \right) \left( t - \frac{1+at}{A} \sum_{j=1}^P \alpha_j t_j \right) \right) \\ q(s,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) = \alpha_i (t-s) \left( \frac{a^2}{ABC} \left( (1+at) \sum_{j=1}^P \alpha_j t_j - t \sum_{j=1}^P \beta_j t_j \right) - \right. \\ \left. - \frac{(1+at)}{A} \right) + \beta_i (1-a(t-s)) \left( \frac{1}{BC} \left( \sum_{j=1}^P \alpha_j t_j - t \right) \right).$$

Если существует  $\lambda = \text{const} > 0$  удовлетворяющий неравенству

$$\beta = \lambda^2 \|h\| + (\lambda L_1 + L_2) \|q\| \sum_{i=1}^P (e^{\lambda t_i} - 1) + \lambda |a| + (1 - e^{-\lambda T}) + L_1 (1 - e^{-\lambda T} - \lambda T) + L_2 (e^{\lambda l} - 1) (1 - e^{-\lambda T} - \lambda T) < \lambda^2, \quad (4)$$

тогда задача (1), (2) имеет единственное решение  $U(x,t)$  в области  $D$  вместо непрерывной  $U_{tt}$

**Доказательство.** Легко можно доказать, что задача (1), (2) эквивалентна интегральному уравнению:

$$u(x,t) = g(x,t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(t, \alpha_i, \beta_i) u(x,s) ds + \\ + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(s,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) f(x,s,u(x,s)) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l q(x,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) K(x,s,\tau,u(\tau,s)) d\tau ds - \\ - a \int_0^t u(x,s) ds + \int_0^t (t-s) f(x,s,u(x,s)) ds + \int_0^t \int_0^l (t-s) K(x,s,\tau,u(\tau,s)) d\tau ds.$$

Правую часть этого уравнения обозначим через оператор  $\Phi$ .

$$\Phi u(x,t) = g(x,t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(t, \alpha_i, \beta_i) u(x,s) ds + \\ + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(x,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) f(x,s,u(x,s)) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l q(x,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) K(x,s,\tau, \\ u(\tau,s)) d\tau ds - a \int_0^t u(x,s) ds + \int_0^t (t-s) f(x,s,u(x,s)) ds + \\ + \int_0^t \int_0^l (t-s) K(x,s,\tau,u(\tau,s)) d\tau ds.$$

Очевидно, что  $\Phi : C(D) \rightarrow C(D)$ . Для доказательства теоремы нам надо доказать сжимаемость оператора  $\Phi$ . Для  $\forall u(x,t), \vartheta(x,t) \in C(D)$  имеем:

$$|\Phi u(x,t) - \Phi \vartheta(x,t)| = \left| g(x,t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(t, \alpha_i, \beta_i) u(x,s) ds + \right. \\ \left. + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(x,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) f(x,s,u(x,s)) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l q(x,t,t_i,\alpha_i,\beta_i) K(x,s,\tau, \right. \\ \left. u(\tau,s)) d\tau ds - a \int_0^t u(x,s) ds + \int_0^t (t-s) f(x,s,u(x,s)) ds + \right. \\ \left. + \int_0^t \int_0^l (t-s) K(x,s,\tau,u(\tau,s)) d\tau ds \right|$$



$$\begin{aligned}
 & + \int_0^t \int_0^l (t-s) K(x, s, \tau, u(\tau, s)) d\tau ds - g(x, t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(x, \alpha_i, \beta_i) \vartheta(x, s) ds + \\
 & + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(x, t, t_i, \alpha_i, \beta_i) f(x, s, \vartheta(x, s)) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l q(x, t, t_i, \alpha_i, \beta_i) K(x, s, \tau, \\
 & \vartheta(\tau, s)) d\tau ds - a \int_0^t \vartheta(x, s) ds + \int_0^t (t-s) f(x, s, \vartheta(x, s)) ds + \int_0^t \int_0^l (t-s) K(x, s, \tau, \vartheta(\tau, s)) d\tau ds \\
 & \leq \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |h(x, \alpha_i, \beta_i)| u(x, s) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |q(x, t, \alpha_i, \beta_i)| f(x, s, \\
 & u(x, s)) - f(x, s, \vartheta(x, s)) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l |q(x, t, t_i, \alpha_i, \beta_i)| K(x, s, \tau, u(\tau, s)) - \\
 & - K(x, s, \tau, \vartheta(\tau, s)) d\tau ds + |a| \int_0^t |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \\
 & + \int_0^t (t-s) |f(x, s, u(x, s)) - f(x, s, \vartheta(x, s))| ds + \\
 & + \int_0^t \int_0^l (t-s) |K(x, s, \tau, u(\tau, s)) - K(x, s, \tau, \vartheta(\tau, s))| d\tau ds \leq \\
 & \leq \|h\| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \|q\| L_1 \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \\
 & + \|q\| L_2 \sum_{i=0}^P \int_0^{t_i} \int_0^l |u(\tau, s) - \vartheta(\tau, s)| d\tau ds + |a| \int_0^t |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \\
 & + L_1 \int_0^t (t-s) |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + L_2 \int_0^t \int_0^l |u(\tau, s) - \vartheta(\tau, s)| d\tau ds, \\
 & |\Phi u(x, t) - \Phi \vartheta(x, t)| \leq \|h\| + L_1 \|q\| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \\
 & + L_2 \|q\| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l |u(\tau, s) - \vartheta(\tau, s)| d\tau ds + |a| \int_0^t |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \\
 & + L_1 \int_0^t (t-s) |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + L_2 \int_0^t \int_0^l (t-s) |u(\tau, s) - \vartheta(\tau, s)| d\tau ds.
 \end{aligned}$$

Используя норму

$$\|u\|_* = \max_{(x,t) \in D} e^{-\lambda(x+t)} |u(x, t)|, \quad \lambda = \text{const} > 0$$

получим:

$$\begin{aligned}
 & \|\Phi u - \Phi \vartheta\|_* = \max_{(x,t) \in D} e^{-\lambda(x+t)} |\Phi u(x, t) - \Phi \vartheta(x, t)| \leq \\
 & \leq \max_{(x,t) \in D} e^{-\lambda(x+t)} \leq (\|h\| + L_1 \|q\|) \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \\
 & + L_2 \|q\| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l |u(\tau, s) - \vartheta(\tau, s)| d\tau ds + |a| \int_0^t |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + \\
 & + L_1 \int_0^t (t-s) |u(x, s) - \vartheta(x, s)| ds + L_2 \int_0^t \int_0^l (t-s) |u(\tau, s) - \vartheta(\tau, s)| d\tau ds \leq \\
 & \leq \frac{1}{\lambda^2} \left( \lambda^2 \|h\| + (\lambda L_1 + L_2) \|q\| \sum_{i=1}^P (e^{\lambda t_i} - 1) + \lambda |a| (1 - e^{-\lambda T}) \right) + L_1 (1 - e^{-\lambda T} - \lambda T) + \\
 & + L_2 (e^{\lambda l} - 1) (1 - e^{-\lambda T} - \lambda T) \|u - \vartheta\|_*,
 \end{aligned}$$

$$\|\Phi u - \Phi \vartheta\|_* \leq q \|u - \vartheta\|_*,$$

где  $q = \frac{\beta}{\lambda^2} < 1$ .

Доказательство теоремы следует из принципа сжимающих отображений.

#### **Непрерывная зависимость решения от параметров.**

В этом пункте рассматривается следующая задача:

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} + a \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = f(x, t, u(x, t), \mu) + \int_0^t K(x, t, \tau, u(\tau, t), \nu) d\tau, \quad (x, t) \in D \quad (5)$$

С условием (2), где  $\mu, \nu \in \mathbb{R}^1$  параметры.

**Теорема 2.** Пусть, функции  $\phi, \psi \in C[0, l]$ ,  $f \in C(D, \mathbb{R}^1 \times \mathbb{R}^1)$ ,  $K \in C(D, [0, l], \mathbb{R}^1 \times \mathbb{R}^1)$  удовлетворяют условию (3) и

$$|f(x, t, u, \mu) - f(x, t, \vartheta, \nu)| \leq L_1 |u - \vartheta| + L_2 |\mu - \nu|,$$

$$|K(x, t, \tau, u, \mu) - K(x, t, \tau, \vartheta, \nu)| \leq L_3 |u - \vartheta| + L_4 |\mu - \nu|,$$

где  $L_i = \text{const} \geq 0 \quad (i = \overline{1, 4})$ .

Если существует  $\lambda = \text{const} > 0$ , удовлетворяющая неравенству (4), тогда единственность решения задачи (5), (2) непрерывно зависит от параметров.

**Доказательство.** При фиксированных параметрах однозначной разрешимости задача (5), (2) доказана в теореме 1. Для доказательства теоремы 2 достаточно доказать непрерывную зависимость решения от параметров. Задача (5), (2) эквивалентна следующему интегральному уравнению:

$$\begin{aligned} u(x, t) = & g(x, t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(t, \alpha_i, \beta_i) u(x, s) ds + \\ & + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(s, t, \alpha_i, \beta_i) f(x, s, u(x, s), \mu) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^t q(x, t, \alpha_i, \beta_i) \cdot K(x, s, \tau, \\ & u(\tau, s), \nu) d\tau ds - a \int_0^t u(x, s) ds + \int_0^t (t-s) f(x, s, u(x, s), \mu) ds + \int_0^t \int_0^t (t-s) K(x, s, \tau, u(\tau, s), \nu) d\tau ds \end{aligned} \quad (6)$$

Обозначим через  $u_1(x, t)$  и  $u_2(x, t)$   $((x, t) \in D)$  решение уравнения (6), соответствующее параметрам:  $\mu = \mu_1, \nu = \nu_1$  и  $\mu = \mu_2, \nu = \nu_2$ .

$$\begin{aligned} u_k(x, t) = & g(x, t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(t, \alpha_i, \beta_i) u_k(x, s) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(s, t, \alpha_i, \beta_i) f(x, s, u_k(x, s), \mu_k) ds + \\ & + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^t q(x, t, \alpha_i, \beta_i) K(x, s, \tau, u_k(\tau, s), \nu_i) d\tau ds - a \int_0^t u_k(x, s) ds + \int_0^t (t-s) f(x, s, u_k(x, s), \mu_k) ds + \\ & + \int_0^t \int_0^t (t-s) K(x, s, \tau, u_k(\tau, s), \nu_k) d\tau ds \quad (k = 1, 2). \end{aligned} \quad (7)$$

Используя условие теоремы 2, из (7) имеем:

$$\begin{aligned} |u_1(x, t) - u_2(x, t)| = & g(x, t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(t, \alpha_i, \beta_i) u_1(x, s) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(s, t, \alpha_i, \beta_i) f(x, s, u_1(x, s), \mu_1) ds + \\ & + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^t q(x, t, \alpha_i, \beta_i) K(x, s, \tau, u_1(\tau, s), \nu_1) d\tau ds - a \int_0^t u_1(x, s) ds + \int_0^t (t-s) f(x, s, u_1(x, s), \mu_1) ds + \\ & + \int_0^t \int_0^t (t-s) K(x, s, \tau, u_1(\tau, s), \nu_1) d\tau ds - (g(x, t) + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} h(t, \alpha_i, \beta_i) u_2(x, s) ds + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} q(s, t, \alpha_i, \beta_i) f(x, s, u_2(x, s), \mu_2) ds + \\ & + \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^t q(x, t, \alpha_i, \beta_i) K(x, s, \tau, u_2(\tau, s), \nu_2) d\tau ds - a \int_0^t u_2(x, s) ds + \int_0^t (t-s) f(x, s, u_2(x, s), \mu_2) ds + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \left| \int_0^t \int_0^l (t-s) K(x, s, \tau, u_2(\tau, s), v_2) d\tau ds \right| \leq \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |h(t, \alpha_i, \beta_i)| |u_1(x, s) - u_2(x, s)| ds + \\
 & + L_1 \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |q(s, t, t_i, \alpha_i, t_i)| |u_1(x, s) - u_2(x, s)| ds + L_2 \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l |q(x, t, t_i, \alpha_i, \beta_i)| |u_1(\tau, s) - u_2(\tau, s)| d\tau ds + |a| \int_0^t |u_1(x, s) - \\
 & - u_2(x, s)| ds + L_1 \int_0^t (t-s) |u_1(x, s) - u_2(x, s)| ds + L_2 \int_0^t \int_0^l (t-s) |u_1(\tau, s) - \\
 & - u_2(\tau, s)| d\tau ds + L_3 |\mu_1 - \mu_2| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |q(s, t, t_i, \alpha_i, t_i)| ds + L_4 |v_1 - v_2| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l |q(x, t, t_i, \alpha_i, \beta_i)| d\tau ds + \\
 & + L_3 |\mu_1 - \mu_2| \int_0^t (t-s) ds + L_4 |v_1 - v_2| \int_0^t \int_0^l (t-s) d\tau ds. \|u_1 - u_2\| = \max_{(x,t) \in D} e^{-\lambda(x+t)} |u_1(x, t) - u_2(x, t)| \leq \\
 & \leq \max_{(x,t) \in D} e^{-\lambda(x+t)} \left( \left\| h \right\| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |u_1(x, s) - u_2(x, s)| ds + \right. \\
 & + L_1 \|q\| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} |u_1(x, s) - u_2(x, s)| ds + L_2 \|q\| \sum_{i=1}^P \int_0^{t_i} \int_0^l |u_1(\tau, s) - u_2(\tau, s)| d\tau ds + \\
 & + |a| \int_0^t |u_1(x, s) - u_2(x, s)| ds + L_1 \int_0^t (t-s) |u_1(x, s) - u_2(x, s)| ds + \\
 & + L_2 \int_0^t \int_0^l (t-s) |u_1(\tau, s) - u_2(\tau, s)| d\tau ds + L_3 \left( \|q\| \sum_{i=1}^P t_i + \frac{t^2}{2} \right) |\mu_1 - \mu_2| + L_4 \left( \|q\| \sum_{i=1}^P t_i + \frac{t^2}{2} \right) l |v_1 - v_2| \leq q \|u_1 - u_2\|_* + \\
 & + \left( \|q\| \sum_{i=1}^P t_i + \frac{T^2}{2} \right) (L_3 |\mu_1 - \mu_2| + L_4 l |v_1 - v_2|), \\
 & \|u_1 - u_2\|_* \leq \frac{1}{1-q} \left( \|q\| \sum_{i=1}^P t_i + \frac{T^2}{2} \right) (L_3 |\mu_1 - \mu_2| + L_4 l |v_1 - v_2|).
 \end{aligned}$$

Отсюда следует утверждение теоремы 2.

Литература:

1. Клатвин А. С., Клатвин В. А. Нелинейное интегро-дифференциальное уравнение Барвашина с частной производной второго порядка //Международная конференция,, Современные методы и проблемы теории операторов и гармонического анализа и их приложения-VI" Ростов-на-Дону, 24-29 апреля 2016 г.

## **Многоточечная задача для интегродифференциального уравнения Волтерра — Фредгольма**

Гурбанмаммедов Нурмухаммет, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель  
Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

Гурбанмаммедов Парахат Нурмухаммедович, старший преподаватель  
Военный институт Министерства обороны Туркменистана имени Сапармурада Туркменбаши Великого (г. Ашхабад, Туркменистан)

Хайдарова Огулхан Алламурадовна, преподаватель  
Международный университет нефти и газа имени Ягшигельды Какаева (г. Ашхабад, Туркменистан)

В работе (1) доказывается однозначная разрешимость и непрерывная зависимость решений следующей задачи:

$$x'(t) = F \left( t, x(t), \int_0^t K(t, s, x(s)) ds \right), \quad t \in [0; +\infty), \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i x(t_i) = A$$

В этой работе рассматривается задача:

$$x'(t) = f\left(t, x(t), \int_0^t K_0(t, s, x(s)) ds, \int_0^{t_1} K_1(t, s, x(s)) ds, \dots, \int_0^{t_p} K_p(t, s, x(s)) ds\right), (0 \leq t \leq T) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i x(t_i) = A \quad (3)$$

Находятся достаточные условия однозначной разрешимости и непрерывная зависимость решений от параметров, где

$$t_i \in [0, T] (i = \overline{1, p}) \text{ произвольные точки, } \sum_{i=1}^p \alpha_i = B \neq 0.$$

Уравнение (1) является частным случаем уравнения (2). Действительно, если  $f(t, x, u_0, u_1, \dots, u_p) = F(t, x, u_0)$ , тогда из уравнения (2) получим уравнение (1)

### 1. Однозначная разрешимость

**Теорема 1.** Пусть функции  $f(t, x, u_0, u_1, \dots, u_p) (0 \leq t \leq T; x, u_0, u_1, \dots, u_p \in R^1)$ ,  $K_i(t, s, x) (0 \leq t \leq T; x \in R^1, i = \overline{1, p})$  удовлетворяют условию:

$$\begin{aligned} & \left| f(t, \bar{x}, \bar{u}_0, \bar{u}_1, \dots, \bar{u}_p) - f(t, x, u_0, u_1, \dots, u_p) \right| \leq L |\bar{x} - x| + L_0 |\bar{u}_0 - u_0| + \sum_{i=1}^p L_i |\bar{u}_i - u_i|, \\ & |K_i(t, s, x) - K_i(t, s, y)| \leq L_{i+p+1} |x - y| \quad (i = \overline{0, p}), \end{aligned}$$

$$\text{где } L, L_i = \text{const} \geq 0 \quad (i = \overline{0, 2p+1}).$$

Если существует  $\lambda = \text{const} > 0$  удовлетворяющее неравенству

$$\begin{aligned} \beta = & \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| \left( \lambda L (e^{\lambda t_i} - 1) + L_0 L_{p+1} (e^{\lambda t_i} - 1 - \lambda t_i) + \lambda \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} (e^{\lambda t_j} - 1) t_i \right) + \\ & + \lambda L (1 - e^{-\lambda T}) + L_0 L_{p+1} (1 - (1 + \lambda T) e^{-\lambda T}) + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} (e^{\lambda t_j} - 1) e^{-\lambda T} < \lambda^2, \end{aligned} \quad (4)$$

то задача (2), (3) имеет единственное решение в пространстве  $C^1[0, T]$

**Доказательство.** Очевидно, что задача (2), (3) эквивалентна интегрофункциональному уравнению:

$$\begin{aligned} x(t) = & \frac{A}{B} - \frac{1}{B} \sum_{i=1}^p \alpha_i \int_0^{t_i} f\left(s, x(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \dots \right) \\ & \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x(\tau)) d\tau ds + \int_0^t f\left(s, x(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \dots \right) \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x(\tau)) d\tau ds \end{aligned}$$

Правую часть этого интегрофункционального уравнения обозначим через оператор  $\Phi$ :

$$\begin{aligned} \Phi x(t) = & \frac{A}{B} - \frac{1}{B} \sum_{i=1}^p \alpha_i \int_0^{t_i} f\left(s, x(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \dots \right) \\ & \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x(\tau)) d\tau ds + \int_0^t f\left(s, x(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x(\tau)) d\tau, \dots \right) \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x(\tau)) d\tau ds \end{aligned}$$

Очевидно, что  $\Phi : C[0, t] \rightarrow C[0, T]$ . Для доказательства теоремы нам надо доказать сжимаемость оператора  $\Phi$ .

$\forall x(t), y(t) \in C[0, T]$ . Имеем:



$$\left| \Phi x(t) - \Phi y(t) \right| \leq \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| \left| \int_0^{t_i} \left( L|x(s) - y(s)| + L_0 L_{p+1} \int_0^s |x(\tau) - y(\tau)| d\tau + \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau \right) ds + \right. \\ \left. + \int_0^t \left( L|x(s) - y(s)| + L_0 L_{p+1} \int_0^s |x(\tau) - y(\tau)| d\tau + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau \right) ds \right|$$

Используя

$$\|x\|_* = \max_{0 \leq t \leq T} e^{-\lambda t} |x(t)|, \quad \lambda = \text{const} > 0 \quad (5)$$

норму получим:

$$\begin{aligned} \|\Phi x - \Phi y\|_* &= \max_{0 \leq t \leq T} e^{-\lambda t} |\Phi x(t) - \Phi y(t)| \leq \\ &\leq \max_{0 \leq t \leq T} e^{-\lambda t} \left\{ \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| \left| \int_0^{t_i} \left( L|x(s) - y(s)| + L_0 L_{p+1} \int_0^s |x(\tau) - y(\tau)| d\tau + \right. \right. \right. \\ &\left. \left. + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau \right) ds + \int_0^t \left( L|x(s) - y(s)| + \right. \right. \\ &\left. \left. + L_0 L_{p+1} \int_0^s |x(\tau) - y(\tau)| d\tau + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau \right) ds \right\} = \max_{0 \leq t \leq T} e^{-\lambda t} \cdot \\ &\cdot \left\{ \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| \left| \int_0^{t_i} \left( L e^{\lambda s} e^{-\lambda s} |x(s) - y(s)| + L_0 L_{p+1} \int_0^s e^{\lambda \tau} e^{-\lambda \tau} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau + \right. \right. \right. \\ &\left. \left. + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} e^{\lambda \tau} e^{-\lambda \tau} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau \right) ds + \int_0^t \left( L e^{\lambda s} e^{-\lambda s} |x(s) - y(s)| + \right. \right. \\ &\left. \left. + L_0 L_{p+1} \int_0^s e^{\lambda \tau} e^{-\lambda \tau} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} e^{\lambda \tau} e^{-\lambda \tau} |x(\tau) - y(\tau)| d\tau \right) ds \right\} \leq \\ &\leq \frac{1}{\lambda^2} \left\{ \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| \left( \lambda L (e^{\lambda t_i} - 1) + L_0 L_{p+1} (e^{\lambda t_i} - 1 - \lambda t_i) + \right. \right. \\ &\left. \left. + \lambda \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} (e^{\lambda t_j} - 1) t_j \right) + \lambda L (1 - e^{-\lambda T}) + L_0 L_{p+1} (1 - (1 + \lambda T) e^{-\lambda T}) + \right. \\ &\left. + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} (e^{\lambda t_j} - 1) e^{-\lambda T} \right\} \|x - y\|_*, \end{aligned}$$

$$\|\Phi x - \Phi y\|_* \leq q \|x - y\|_*, \text{ bu ýerde } q = \frac{1}{\lambda^2} \beta < 1.$$

Доказательство теоремы следует из принципа сжимающих операторов.

#### Непрерывная зависимость решений от параметров

Теперь рассмотрим задачу:

$$\begin{aligned} x'(t) &= f \left( t, x(t), \int_0^t K_0(t, s, x(s), \mu_0) ds, \int_0^{t_1} K_1(t, s, x(s), \mu_1) ds, \dots, \right. \\ &\left. \int_0^{t_p} K_p(t, s, x(s), \mu_p) ds, v \right) \quad (0 \leq t \leq T), \end{aligned} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i x(t_i) = A, \quad (7)$$

где  $\mu_i \in R^1 (i = \overline{0, p})$ ,  $v$  – параметры.

**Теорема 2.** Пусть, функции  $f(t, x, u_0, u_1, \dots, u_p, v)(0 \leq t \leq T)$ ;

$$\begin{aligned} x_0, u_0, u_1, \dots, u_p, v \in R^1, K_i(t, s, x, \mu)(0 \leq t, s \leq T; x, \mu \in R^1, i = \overline{0, p}) \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} x_0, u_0, u_1, \dots, u_p, v \in R^1, K_i(t, s, x, \mu)(0 \leq t, s \leq T; x, \mu \in R^1, i = \overline{0, p}) \end{aligned}} \right\} \text{удовлетворяют условию}$$

$$\left| f(t, \bar{x}, \bar{u}_0, \bar{u}_1, \dots, \bar{u}_p, v) - f(t, x, u_0, u_1, \dots, u_p, v) \right| \leq \left( L|\bar{x} - x| + L_0|\bar{u}_0 - u_0| + \sum_{i=1}^p L_i|\bar{u}_i - u_i| + L_{2p+2}|\bar{v} - v| \right) \quad (8)$$

$$\left| K_i(t, s, \bar{x}, \bar{\mu}) - K_i(t, s, x, \mu) \right| \leq L_{i+p+1}|\bar{x} - x| + L_{i+2p+3}|\bar{\mu} - \mu| \quad (i = \overline{0, p}), \quad (9)$$

где  $L, L_i = \text{const} \geq 0 (i = \overline{0, 3p+3})$ .

Если существует  $\lambda = \text{const} > 0$ , удовлетворяющее неравенству (4), то в пространстве  $C^1[0, T]$  единственное решение непрерывно зависит от параметров.

**Доказательство.** Задача (6)-(7) эквивалентно интегрофункциональному уравнению.

$$\begin{aligned} x(t) = & \frac{A}{B} - \frac{1}{B} \sum_{i=1}^p \alpha_i \int_0^{t_i} f \left( s, x(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x(\tau), \mu_0) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x(\tau), \mu_1) d\tau, \dots, \right. \\ & \left. \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x(\tau), \mu_p) d\tau, v \right) ds + \int_0^t f \left( s, x(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x(\tau), \mu_0) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x(\tau), \mu_1) d\tau, \dots, \right. \\ & \left. \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x(\tau), \mu_p) d\tau, v \right) ds \end{aligned} \quad (10)$$

При фиксированных  $\mu_i (i = \overline{0, p}), v$  однозначная разрешимость уравнения (10) доказана в теореме 1.

Для доказательства теоремы 2 достаточно доказать непрерывную зависимость решений от параметров.

Обозначим через  $x_1(t), x_2(t) (0 \leq t \leq T)$  решение уравнения (10), соответствующее параметрам

$$\mu_0 = \mu_0^{(1)}, \mu_1 = \mu_1^{(1)}, \dots, \mu_p = \mu_p^{(1)}, v = v^{(1)} \text{ и } \mu_0 = \mu_0^{(2)}, \mu_1 = \mu_1^{(2)}, \dots, \mu_p = \mu_p^{(2)}, v = v^{(2)}$$

т. е.

$$x_k(t) = \frac{A}{B} - \frac{1}{B} \sum_{i=1}^p \alpha_i \int_0^{t_i} f \left( s, x_k(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x_k(\tau), \mu_0^{(k)}) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x_k(\tau), \mu_1^{(k)}) d\tau, \dots, \right. \\ \left. \dots, \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x_k(\tau), \mu_p^{(k)}) d\tau, v^{(k)} \right) ds + \int_0^t f \left( s, x_k(s), \int_0^s K_0(s, \tau, x_k(\tau), \mu_0^{(k)}) d\tau, \int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x_k(\tau), \mu_1^{(k)}) d\tau, \dots, \right. \\ \left. \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x_k(\tau), \mu_p^{(k)}) d\tau, v^{(k)} \right) ds \quad \left. \vphantom{\int_0^t} \right) ds,$$

$k = 1, 2$ .

$$\int_0^{t_1} K_1(s, \tau, x_k(\tau), \mu_1^{(k)}) d\tau, \dots, \int_0^{t_p} K_p(s, \tau, x_k(\tau), \mu_p^{(k)}) d\tau, v^{(k)} \Big) ds, \quad k = 1, 2. \quad (11)$$

Используя условия (8), (9) из уравнения (11), имеем

$$\begin{aligned} |x_1(t) - x_2(t)| \leq & \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| \left( \int_0^{t_i} (L|x_1(s) - x_2(s)| + \right. \\ & + L_0 L_{p+1} \int_0^s |x_1(\tau) - x_2(\tau)| d\tau + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} |x_1(\tau) - x_2(\tau)| d\tau \Big) ds + \\ & \left. + \int_0^t (L|x_1(s) - x_2(s)| + L_0 L_{p+1} \int_0^s |x_1(\tau) - x_2(\tau)| d\tau + \right. \end{aligned}$$

$$+ \sum_{j=1}^p L_j L_{j+p+1} \int_0^{t_j} |x_1(\tau) - x_2(\tau)| d\tau \Bigg) ds + \frac{L_0 L_{2p+3}}{2} \left( \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| t_i^2 + t^2 \right) |\mu_0^{(1)} - \mu_0^{(2)}| + \sum_{j=1}^p L_j L_{j+2p+3} t_j \cdot$$

$$\cdot \left( \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| t_i + t \right) |\mu_j^{(1)} - \mu_j^{(2)}| + L_{2p+2} \left( \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| t_i + t \right) |v^{(1)} - v^{(2)}|.$$

Используя норму (5), получим:

$$\|x_1 - x_2\|_* = q \|x_1 - x_2\|_* + \frac{L_0 L_{2p+3}}{2} \left( \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| t_i^2 + T^2 \right) |\mu_0^{(1)} - \mu_0^{(2)}| +$$

$$+ \sum_{j=1}^p L_j L_{j+2p+3} t_j \left( \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| t_i + T \right) |\mu_j^{(1)} - \mu_j^{(2)}| + L_{2p+2} \left( \frac{1}{|B|} \sum_{i=1}^p |\alpha_i| t_i + T \right) |v^{(1)} - v^{(2)}|.$$

Отсюда следует утверждение теоремы 2.

Литература:

1. Gurbanmämmedow N. Birinji tertipli integrodifferensial deňleme üçin köpnokatly meseläniň ýeke-täk çözüwiniň barlygy //Beýik Galkynyş eýýamynyň batly gadamlary 2011–1. Aşgabat-2011.

## Оптимизация сложных систем через математическое моделирование

Иламанов Байрамберди Байраммырадович, преподаватель;

Курбанов Батыр Шатлыкович, студент

Туркменский государственный университет имени Махтумкули (г. Ашхабад, Туркменистан)

### Введение

В современном мире, где сложные системы играют ключевую роль в самых разных областях — от логистики до управления ресурсами, поиск эффективных способов их оптимизации становится все более актуальной задачей. Одним из наиболее мощных инструментов в достижении этой цели является математическое моделирование. Этот подход позволяет не только анализировать существующие системы, но и предсказывать их поведение, что критически важно для принятия обоснованных управленческих решений.

Математическое моделирование в контексте оптимизации сложных систем охватывает широкий спектр методов и подходов, каждый из которых может быть приспособлен к конкретным задачам и целям. От линейного и нелинейного программирования до стохастического моделирования и систем динамики — эти методы позволяют точно моделировать и оптимизировать процессы, снижая затраты и повышая общую эффективность.

Особенно важно применение этих методов в таких сферах, как логистика и управление ресурсами, где необходимость в точном планировании и оптимальном распределении ресурсов является ключевым фактором успеха. В этих областях математическое моделирование не только улучшает текущие операции, но и обеспечивает стратегическое преимущество в долгосрочной перспективе.

Целью данной статьи является обзор различных методов математического моделирования, используемых для оптими-

зации сложных систем, и демонстрация их практического применения на примерах из логистики и управления ресурсами. Мы исследуем, как эти методы применяются для решения реальных задач, и какие результаты они могут принести.

### 1. Основы математического моделирования в оптимизации

Математическое моделирование является фундаментальным инструментом в оптимизации сложных систем. Этот подход позволяет представлять реальные системы и процессы в форме математических моделей, что облегчает анализ, понимание и оптимизацию их работы.

#### Линейное и нелинейное программирование

Одним из базовых методов является линейное программирование, которое используется для решения задач оптимизации, где целевая функция и ограничения являются линейными. Нелинейное программирование расширяет эти возможности, позволяя работать с более сложными системами, где отношения между переменными являются нелинейными.

#### Стохастическое моделирование

Стохастическое моделирование применяется в ситуациях, где необходимо учитывать случайные факторы и неопределен-

ность. Этот подход позволяет оценить вероятности различных исходов и их влияние на систему, что критически важно для принятия решений в условиях неопределенности.

#### *Системы динамики и симуляции*

Системы динамики и компьютерные симуляции позволяют моделировать поведение сложных систем во времени, предоставляя возможность анализировать их долгосрочное поведение и реакцию на различные внешние воздействия.

## **2. Оптимизация логистических операций**

Оптимизация логистических операций — это ключевой элемент в управлении цепочками поставок, который напрямую влияет на эффективность и стоимость бизнес-процессов. Математическое моделирование здесь выступает как мощный инструмент, позволяющий разрабатывать оптимальные стратегии для достижения этих целей.

#### *Анализ и оптимизация маршрутов*

— Одним из примеров является использование линейного программирования для оптимизации маршрутов доставки. Эти модели помогают определить наиболее эффективные маршруты, учитывая такие параметры, как расстояние, время в пути и стоимость топлива.

— Применение алгоритмов, таких как метод ветвей и границ, позволяет решать задачи коммивояжера, которые включают определение кратчайшего возможного пути, проходящего через несколько точек.

#### *Управление запасами*

— Модели управления запасами используются для определения оптимального уровня запасов, минимизируя затраты на хранение и снижая риски дефицита. Это включает моделирование спроса и предложения, а также учет сезонных колебаний и тенденций рынка.

— Стохастическое моделирование может быть применено для оценки рисков и определения стратегий снижения воздействия неопределенности спроса.

#### *Планирование грузоперевозок*

— В области грузоперевозок математические модели помогают в оптимизации загрузки транспортных средств и планировании графиков доставки. Это включает в себя расчет наиболее эффективных комбинаций грузов, маршрутов и транспортных средств для минимизации затрат и времени доставки.

## **3. Кейс-стади и анализ результатов**

Эффективность математического моделирования в оптимизации сложных систем наиболее убедительно демонстрируется на конкретных примерах. В этом разделе представим анализ

нескольких кейс-стади, подчеркивающих практическую ценность этого подхода.

#### *Кейс 1. Оптимизация логистической сети крупной розничной компании*

— Проблема: Компания столкнулась с необходимостью оптимизации своей логистической сети для снижения затрат и увеличения скорости доставки.

— Решение: Была разработана модель линейного программирования для определения оптимальных маршрутов доставки и распределения товаров между складами и магазинами.

— Результаты: Реализация модели привела к сокращению затрат на транспортировку на 15% и ускорению доставки на 20%.

#### *Кейс 2. Управление запасами в промышленном производстве*

— Проблема: Производственная компания искала способы оптимизации уровня запасов для снижения затрат на хранение и минимизации риска дефицита.

— Решение: Были применены методы стохастического моделирования для прогнозирования спроса и определения оптимальных уровней запасов.

— Результаты: Оптимизация уровней запасов привела к снижению общих затрат на хранение на 25% и уменьшению случаев дефицита товаров на 30%.

#### *Уроки из кейсов*

— Практические примеры показывают, что математическое моделирование может значительно повысить эффективность и снизить затраты в различных областях.

— Однако для успеха критически важно тщательное планирование и адаптация моделей под конкретные условия и требования каждой системы.

## **Заключение**

В ходе данной статьи были рассмотрены ключевые аспекты и методы математического моделирования, применяемые для оптимизации сложных систем в таких областях, как логистика и управление ресурсами. Мы увидели, как разнообразные методы, от линейного программирования до стохастического моделирования, могут быть использованы для улучшения производительности и эффективности операций.

Через конкретные кейс-стади было продемонстрировано, что правильно примененное математическое моделирование может привести к значительному снижению затрат, повышению эффективности и улучшению общей управляемости систем. Эти примеры подчеркивают важность глубокого понимания как самих математических моделей, так и специфики их применения в конкретных условиях.

В заключение, следует отметить, что математическое моделирование остается ключевым инструментом в арсенале специалистов, занимающихся оптимизацией сложных систем. Его



применение позволяет не только решать текущие задачи более эффективно, но и предоставляет стратегическое преимущество в планировании будущего развития и адаптации к изменяю-

щимся условиям. Однако необходимо помнить о сложности и многоаспектности задачи, требующей индивидуального подхода и постоянного обновления знаний и методов.

#### Литература:

1. Бабенко, К.И. Основы численного анализа / К.И. Бабенко.— М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1986.— 744 с.
2. Бакушинский, А. Элементы высшей математики и численных методов / А. Бакушинский, В. Власов.— М.: Просвещение, 2014.— 336 с.
3. Босс, В. Лекции по математике. Том 1. Анализ. Учебное пособие / В. Босс.— М.: Либроком, 2016.— 216 с.

## ФИЗИКА

### Эффект полировки кремниевых пластин в локализованном газовом разряде

Абрамов Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент  
Воронежский государственный технический университет

Панкратова Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент;  
Нгуен Ван Тке, курсант

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)

Важными операциями на этапе подготовки кремниевых пластин при производстве ИМС и СБИС являются их шлифовка и полировка, которые осуществляются химико-механической обработкой. Еще одним этапом производства СБИС, связанным с выравниванием обрабатываемой поверхности, является ее планаризация, которая проводится при формировании рабочих слоев. Для проведения планаризации поверхности требуется провести ряд операций, включающий нанесение фоторезистивного слоя методом центрифугирования и последующее его плазмохимическое неселективное по отношению к рабочему слою травление.

В данном докладе описан метод обработки поверхности локализованным газовым разрядом (ЛГР), уникальные свойства которого описаны в [1, 2], который предлагается использовать для выполнения перечисленных выше задач. Это ВЧ — емкостной разряд, который зажигается при давлениях ( $P$ ) лежащих в диапазоне  $10^{-4}$ – $3 \cdot 10^{-4}$  Па и длинах разрядного промежутка ( $L$ ) порядка 100 мкм. При фиксированной длине свободного пробега электронов и  $L$ , меньшем некоторого значения, электронная лавина не может образоваться под выступающими элементами электрода. В этом случае наблюдается зажигание разряда в направлении участков поверхности противополож-

ного электрода, удаленных на расстояние, достаточное для образования электронной лавины.

В данном случае используется тот факт, что ЛГР может формироваться не над всей обрабатываемой поверхностью, а только над теми ее участками, которые наиболее приближены к электроду, что иллюстрирует рисунок 1.

Такой характер горения ЛГР приводит к выравниванию поверхности материала 1, расположенного на заземленном электроде (рис. 1). Для этого поверхность ВЧ электрода 2 должна быть плоскопараллельной. В процессе травления микроразряды формируются и перемещаются по поверхности по мере сглаживания выступающих ее участков. Степень локализации ЛГР определяется составом газа, величинами  $P$  и  $L$ .

В работе [1] была получена зависимость скорости травления от межэлектродного расстояния, имеющая максимум (рис. 2). На начальном участке при увеличении межэлектродного расстояния скорость растет, что можно объяснить уменьшением скважности между периодами горения разряда. В тоже время с увеличением  $L$  уменьшается напряженность электрического поля, что приводит к уменьшению доли электронов с энергией, большей энергии диссоциации молекул, а максимум смещается в сторону меньших  $L$ .



Рис. 1. Обрабатываемый материал, 2 — ВЧ электрод, 3 — плазма

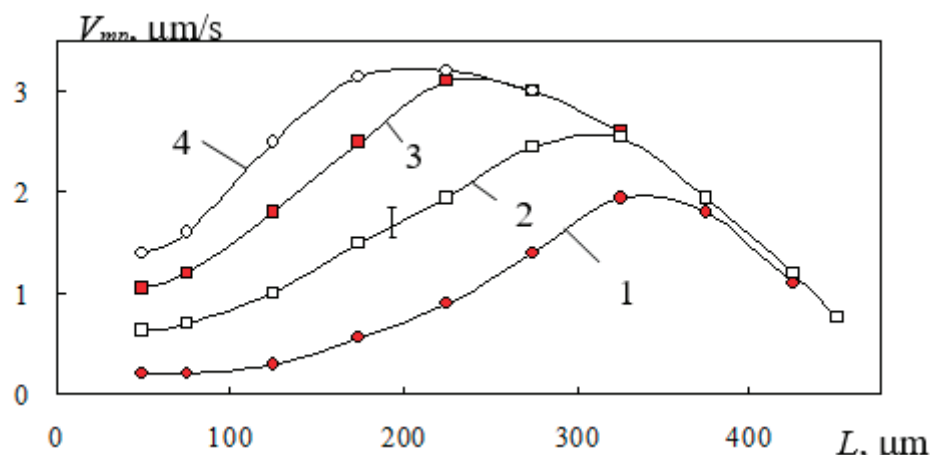


Рис. 2. Зависимость скорости травления кремния от межэлектродного расстояния. Газ SF<sub>6</sub>, l = 100 мкм, W = 30 Вт, U = 135 В, SF<sub>6</sub>, p = 104 (1), 1,5×104 (2), 2×104 (3), 2,5×104 Па (4)

В работе [2] показано, что механизм процесса травления ЛГР Si, SiO<sub>2</sub> локализованным разрядом имеет преимущественно химическую природу, как и традиционное плазмохимическое травление. Об этом свидетельствуют, например, значения селективности представляемого процесса. Так, отношение скоростей травления Si и SiO<sub>2</sub> при переходе от газа SF<sub>6</sub> к CF<sub>4</sub> изменялось от 6 до 0,5. Другим фактом, подтверждающим химическую природу рассматриваемого процесса, является изотропный характер травления Si в тех же газах, но уже проводимого через алюминиевую маску. Эксперименты по травлению Si и SiO<sub>2</sub> локализованным разрядом в аргоне показали, что физическим распылением этих материалов можно пренебречь ввиду низкой энергии ионов, которая здесь не превышает нескольких десятков электрон-вольт.

В то же время анализ результатов, как экспериментов, так и моделирования свидетельствуют о том, что в процессе травления локализованным разрядом Si (и особенно SiO<sub>2</sub>), немаловажную роль играет ионная бомбардировка, как фактор активации и очистки обрабатываемой поверхности.

Учитывая химический характер травления локализованным разрядом, регулирование скорости можно проводить, изменяя состав газовой смеси. Показано, что влияние добавок Ar, O<sub>2</sub> и воздуха на скорость травления имеют существенные различия в газах SF<sub>6</sub> и CF<sub>4</sub>. Так разбавление SF<sub>6</sub> аргонem приводит к практически линейному спаду скорости травления кремния во всем исследуемом диапазоне, в то время как в CF<sub>4</sub> скорость травления практически не меняется при добавлении до 70% аргона.

Зависимости скорости травления кремния от содержания кислорода в газах SF<sub>6</sub> и CF<sub>4</sub> имеют максимум, причем наиболее сильно это проявляется для CF<sub>4</sub>. Так максимум скорости наблюдается при 30% O<sub>2</sub>, а скорость травления кремния при этом увеличивается в 4 раза. Такой характер зависимости связан с тем, что добавка кислорода в исходный газ приводит к появлению в разряде большего количества свободного фтора в виде атомов и молекул.

Вместе с тем, исследуемый процесс имеет и существенные отличия от плазмохимического и реактивного ионно-плазменного травления. В первую очередь выделим чрезвычайно высокую скорость травления, которая обусловлена весьма зна-

чительной концентрацией химически активных частиц (ХАЧ) в разряде. Поскольку разряд локализуется лишь у выступающих элементов электрода, объем его чрезвычайно мал, в зависимости от площади обрабатываемой поверхности, он может составлять от 0.01 до 100 мм<sup>3</sup>. Это позволяет без дополнительных затрат электроэнергии получать плотность мощности в разряде на 4–5 порядков большую и скорости травления материалов в десятки раз выше, достигаемых в традиционных системах плазменного травления.

Например, в газе SF<sub>6</sub> для Si и SiO<sub>2</sub> значения скоростей достигают 10 и 0,5 мм/с, соответственно. В работе [2] была показана возможность регулировки скорости ЛГР, как с помощью технологических параметров системы, так и учитывая физико-химическую природу процесса травления. Это позволяет прогнозировать результат обработки материала с учетом конкретных задач.

На рисунке 3 представлены фотографии поверхности шлифованного Si до (а) и после обработки (б) с помощью ЛГР. Плазмообразующий газ — SF<sub>6</sub>, P = 80кПа, U<sub>rf</sub> = 200В, время обработки — 2с.

Представленный способ выравнивания поверхности Si может быть применен для обработки поверхности других материалов. Процесс травления материалов с помощью ЛГР обусловлен взаимодействием с радикалами молекул рабочего газа. Вклад ионной бомбардировки заключается в активации поверхности, поскольку рабочие значения U<sub>rf</sub> при горении ЛГР лежат в диапазоне от 100 до 250 В.

В настоящее время плазменные методы гравировки поверхности различных материалов широко применяются в микроэлектронном производстве. Более широкое применение плазмы для обработки материалов ограничиваются относительно невысокими значениями достигаемых скоростей травления и их технологической сложностью процесса. Последняя, в частности, связана с необходимостью формирования масок на обрабатываемых поверхностях посредством серии литографических операций. При этом воздействию частиц плазмы подвергаются не только травящиеся участки поверхности материала, но также сама маска и большая часть поверхности

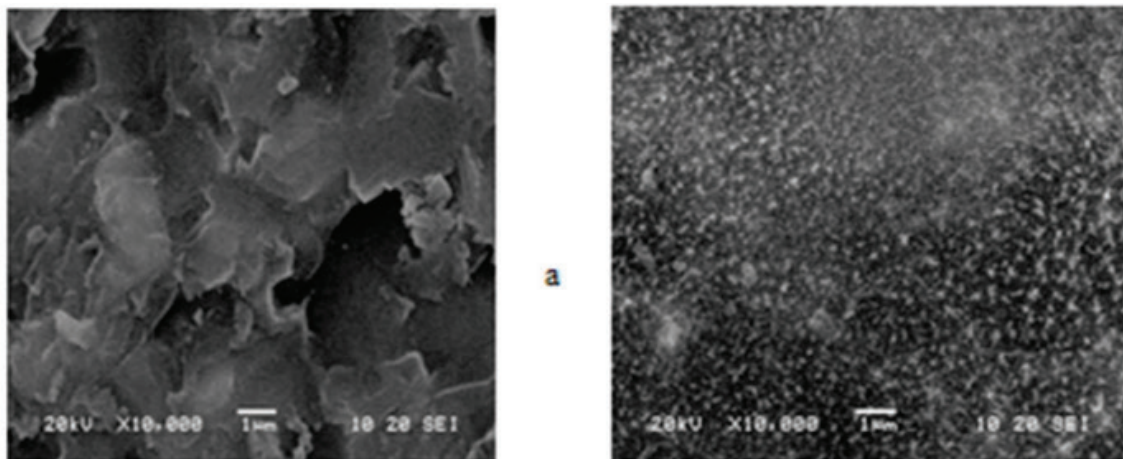


Рис. 3. Фотографии поверхности шлифованного Si до (а) и после обработки (б) с помощью ЛГР.  
Плазмообразующий газ — SF<sub>6</sub>, P = 80 кПа, U<sub>rf</sub> = 200В, время обработки — 2с

разрядной камеры. Это приводит к неэффективному расходованию электроэнергии и плазмообразующих газов.

Представляемая нами технология может быть успешно использована при производстве микросистемной техники, изделий микроэлектроники и других устройств, изготавливаемых путем изменения топологии поверхностей различных материалов, в том числе, путем формирования объемных конфигураций. В связи с этим будет решаться задача по исследованию физико-химических закономерностей взаимодействия таких разрядов с различными материалами.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы так же при разработке конструкций и технологий из-

готовления различных газоразрядных приборов, например, газовых лазеров, плазменных дисплеев и др.

Представляемая технология имеет огромные перспективы реализации в производстве, роботостроении, медицине и других отраслях.

Преимущество применения ЛГР для размерной обработки поверхности материалов заключается в отсутствии необходимости проведения дополнительных операций и больших скоростях травления. Для решения задач промышленной спинтроники технология ЛГР имеет несомненные преимущества перед традиционными технологиями — высокая производительность, экологичность, универсальность, энергосбережение.

#### Литература:

1. Абрамов А. В., Панкратова Е. А., Суровцев И. С. Скорость травления кремния локализованным газовым разрядом. ЖТФ (2014). 84(10). 34–38.
2. Абрамов А. В., Панкратова Е. А., Суровцев И. С., Золототрубов Д. Ю. Характеристики локализованного газового разряда. ЖТФ. (2016), 86(1), 50–54.



# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Безопасность в социальных сетях: как защититься от взлома

Казарян Джемма Манвеловна, старший преподаватель;  
Ашакова Ксения Владимировна, студент магистратуры  
Северо-Восточный государственный университет (г. Магадан)

*Социальные сети стали неотъемлемой частью общения в современном обществе, но их широкомасштабное использование также вызывает серьезные опасения в области защиты данных. Научная статья посвящена вопросам обеспечения информационной безопасности в социальных сетях и ее влиянию на цифровые ландшафты, сообщества, бизнес и экономику. В статье представлены передовые методологии и технологии, предназначенные для повышения безопасности на этих платформах. Важность этого исследования заключается в появлении новых технологий в социальных сетях, где фундаментальные принципы безопасности еще не укрепились. В результате эти сети, особенно данные, хранящиеся в них, становятся все более уязвимыми для мошеннических действий и кражи личных данных, что потенциально облегчает несанкционированный доступ к различным ресурсам и веб-сайтам.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, социальные сети, безопасность, учетная запись, цифровые технологии, защита данных.

Изменения, происходящие в мировой экономике и экономике нашего государства, способствуют укреплению взаимосвязи между функционированием бизнеса и интеграцией цифровых технологий. Эти технологии имеют решающее значение для повышения темпов роста и развития коммерческих предприятий. На фоне этой развивающейся ситуации мы наблюдаем заметный всплеск различных процессов, таких как развитие информационных технологий, появление сложных технологических решений и практическое применение передовых инноваций, направленных на повышение операционной эффективности предприятий. Одновременно произошел значительный рост использования социальных сетей, которые служат как средством общения для населения в целом, так и важнейшим инструментом для бизнеса для реализации своих стратегий цифрового маркетинга и установления отношений с потребителями на рынке.

Технологические достижения направлены на укрепление фундаментальных аспектов информационной безопасности в организационных структурах. Совершенствуя процессы сбора, обработки, анализа и хранения информации, эти цифровые технологии стремятся создать надежную основу, обеспечивающую информационную безопасность этих организаций. Это становится особенно важным в свете расширяющейся цифровой экономики в Российской Федерации, подчеркивающей важность защиты конфиденциальных данных и организационной целостности в развивающемся технологическом ландшафте.

Важность этого научного исследования обусловлена появлением новых технологий в социальных сетях, где методы обеспечения информационной безопасности все еще находятся на стадии разработки. Одновременно данные в этих сетях становятся привлекательной целью для мошеннических действий и кражи личных данных. Эта скомпрометированная информация может быть использована для несанкционированного доступа к различным онлайн-платформам и веб-сайтам.

Актуальность исследования заключается в недостаточном уровне обеспечения информационной безопасности в социальных сетях, что создает риски, которые могут привести к серьезным последствиям, таким как потенциальная утечка конфиденциальных данных и кража личной информации, принадлежащей пользователям.

По нашему мнению, игнорирование этой проблемы и откладывание тщательного изучения «информационной безопасности в социальных сетях» представляет риск для безопасности как общества в целом, так и отдельных пользователей. Гарантия безопасности на этих платформах особенно важна для предприятий, где ценная информация компании и интеллектуальная собственность подвержены угрозам со стороны злоумышленников.

Следовательно, крайне важно определить необходимые инструменты и механизмы, необходимые для обеспечения информационной безопасности в виртуальной сфере социальных сетей, одновременно защищая интересы всех вовлеченных участников.

В связи с этим, основная цель научной статьи — тщательно изучить информационную безопасность в социальных сетях, рассматривая ее как фундаментальный элемент, влияющий на работу цифрового пространства, сообществ, бизнеса и экономики.

Социальная сеть — интерактивный многопользовательский ресурс, содержание которого наполняется участниками сети. Ресурс — это автоматическая социальная среда, позволяющая общаться с группой пользователей, объединенной общими интересами [1].

В исследовании А. А. Кривоухова, автор обнаружил недостаточный уровень обеспечения информационной безопасности в социальных сетях, особенно личных данных пользователей. Следовательно, существует острая необходимость в развитии компетенций, связанных с информационной безопасностью, которые составляют важнейшую часть информационной культуры современных людей [7].

Также нельзя не выделить работу М. В. Тумбинской. В своей работе исследователь определяет, что основная причина незащищенности среди пользователей социальных сетей заключается в преднамеренной, целенаправленной информации. Такой таргетированный контент приводит к информационным атакам, направленным на влияние на мнение людей [8].

В работе А. В. Муромцевой, автор, исследуя структуру, взаимодействие и атрибуты онлайн-социальных сетей, выделила основные проблемы, связанные с информационной безопасностью лиц, использующих эти платформы [2].

В то же время основная задача информационной безопасности в социальных сетях заключается в защите личных и конфиденциальных данных. Это включает в себя множество аспектов — организационных, технических и процедурных, — направленных на защиту информации отдельно взятого пользователя. Очевидно, что разглашение или изменение персональных данных на социальных платформах без явного согласия может привести к пагубным последствиям для заинтересованного лица.

В рамках информационной безопасности основной целью является защита персональных данных от потенциальной кражи. Однако в случае утечки данных у злоумышленников есть инструмент, позволяющий им тщательно проверять как общественные структуры (в случае массовой кражи данных), так и отдельные профили. Информация о пользователях социальных сетей может передаваться внешним организациям, поскольку пользовательские соглашения часто не запрещают такую практику. В настоящее время социальные сети в Интернете представляют собой весьма привлекательные услуги, которые могут приносить коммерческую выгоду за счет анализа их данных [2].

Например, американской компании Cambridge Analytica удалось собрать личные данные 87 миллионов пользователей Facebook. Этот инцидент подчеркивает уязвимость социальных сетей в защите личной информации своих пользователей [3].

Если посмотреть на это с точки зрения бизнеса, проблема возникает при использовании социальных сетей для внутреннего общения, что может привести к раскрытию критической информации злоумышленникам. Эта ситуация может привести к хищению интеллектуальной собственности, что считается формой экономического шпионажа против компании.

Для обеспечения защиты информации и персональных данных отдельных пользователей важно выполнять следующие рекомендации [6]:

- Удалите неактивные профили в социальных сетях;
- Не принимайте запросы на добавление в друзья и не взаимодействуйте с подозрительными или фейковыми профилями, целью которых является украсть пользовательскую информацию;
- Используйте надежные и сложные пароли для повышения мер безопасности;
- Активируйте двухфакторную аутентификацию при входе в профили социальных сетей для дополнительной безопасности;
- Соблюдайте осторожность при разглашении конфиденциальной информации и тщательно проверяйте пользовательские соглашения, поскольку некоторые социальные сети, как владельцы аккаунтов, сохраняют за собой право продавать персональные данные сторонним лицам.

Кроме того, важно соблюдать базовые меры безопасности для защиты данных от вредоносного программного обеспечения. Некоторые вирусы могут перенаправлять информацию с платформ обмена мгновенными сообщениями, доступ к которым осуществляется через компьютеры и смартфоны. При обращении с информацией, содержащей персональные данные третьих лиц, на компьютере крайне важно соблюдать требования ФСТЭК по защите такой информации [4].

Чтобы защитить бизнес-данные организации, необходимо реализовать последующие рекомендации и рекомендации по обеспечению надежной информационной безопасности в социальных сетях [5]:

1. Используйте разнообразный набор инструментов технической поддержки, включая мониторинг, анализ и фильтрацию входящего и исходящего трафика на уровне шлюза. Сосредоточьтесь на инструментах, которые оценивают поведение приложений и сетевых коммуникаций.
2. Обеспечьте соблюдение внутренних корпоративных правил, определяющих доступ к социальным сетям, используя различные тактики, такие как «белые списки» и фильтрацию контента, настроенную для отдельных групп пользователей.
3. Организуйте проведение занятий внутри предприятий, чтобы гарантировать, что сотрудники будут всесторонне информированы и надлежащим образом обучены.

Анализируя результаты научного исследования, можно сделать несколько выводов:

1. Социальные сети играют ключевую роль в цифровой трансформации современного общества, постоянно увеличивая свою популярность.
2. Отсутствие адекватных мер защиты данных со стороны владельцев социальных сетей и неоднозначные пользовательские соглашения представляют существенную угрозу безопасности персональных данных.
3. Для обеспечения надежной защиты персональных данных как отдельных пользователей, так и целых организаций необходим разнообразный набор рекомендаций, подходов и инструментов для обеспечения информационной безопасности при взаимодействии с социальными сетями.

Литература:

1. Буянов Д. С. Информационная безопасность в социальных сетях // Молодой ученый. — 2018. — № 39. — С. 14–16.
2. Муромцева А. В., Муромцев В. В. Проблемы информационной безопасности в социальных сообществах в сети Интернет // Вестник РГТУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2016. № 3 (5).
3. Новые цифры: Facebook признал утечку данных 87 млн пользователей. URL: <https://delo.ua/business/novye-cifry-facebook-priznal-utechku-dannyh-87-mln-chelovek-341074/> (дата обращения: 18.11.2023).
4. Приказ ФСТЭК от 18 февраля 2013 г. № 21 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных».
5. Башлыков, М. Социальные сети как угроза корпоративной информационной безопасности / М. Башлыков. — Текст: электронный // [сайт]. — URL: [http://lib.itsec.ru/articles2/Inf\\_security/social-networks](http://lib.itsec.ru/articles2/Inf_security/social-networks) (дата обращения: 18.11.2023).
6. Шестакова Я. Безопасность персональных данных в социальных сетях // Гуманитарные научные исследования. 2015. № 11.
7. Кривоухов А. А. Оценка информационной безопасности интернет-среды пользователями социальных сетей // Коммуникология. 2018. № 1. 8. Тумбинская М. В. Обеспечение защиты от нежелательной информации в социальных сетях // Вестник МГУ. 2017. № 2.
8. Гель А. В. Информационная безопасность в социальных сетях. / А. В. Гель. — Текст: электронный // Киберленинка: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-bezopasnost-v-sotsialnyh-setyah/viewer> (дата обращения: 18.11.2023)

## Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для создания и использования электронных образовательных ресурсов

Михин Андрей Владимирович, студент магистратуры  
Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева (г. Петропавловск)

*Статья рассматривает актуальные требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для успешного создания и использования электронных образовательных ресурсов (ЭОР) в современном образовании. Исследование охватывает несколько ключевых аспектов, включая компьютерную инфраструктуру, интернет-соединение, мультимедийное оборудование и техническое обслуживание. Работа выделяет роль современных технологий в образовательном процессе и обосновывает важность обеспечения соответствующего технического фундамента для эффективного внедрения ЭОР.*

**Ключевые слова:** ресурс, CMS, обратная связь, образовательный процесс, учебный материал, VR-AR.

В данной статье необходимо изучить материально-техническую базу, которая требуется как для создания, так и для применения в учебно-образовательном процессе электронных образовательных ресурсов. В частности, применения электронных образовательных ресурсов в общеобразовательной школе на уроках информатики и дать характеристику подготовки будущих учителей к созданию ЭОР. Нам предстоит выяснить и провести сравнительный анализ, с целью выяснения того, как то или иное материально-техническое обеспечение влияет на качество создания ЭОР и какое техническое обеспечение требуется для грамотного использования электронных образовательных ресурсов в учебном процессе. Анализирование этих данных необходимо для того, чтобы предоставить нам возможность определить оптимальные пути подготовки будущих учителей информатики в разработке электронных образовательных ресурсов.

Согласно В. И. Фомичеву [1], в разработку электронных образовательных ресурсов включаются в том числе и этапы, связанные с материальным и техническим обеспечением. Электронные образовательные ресурсы (ЭОР) стали неотъемлемой частью образовательного процесса в современном мире. Выбор

подходящего формата платформы для создания ЭОР играет важную роль в обеспечении эффективного обучения. Выбор формата платформы для создания электронных образовательных ресурсов зависит от ряда факторов, включая размер и характер образовательной организации, уровень безопасности, требования к функциональности и доступности. Рекомендуется провести тщательный анализ этих критериев перед принятием решения о конкретной платформе.

– **Создание контента.** Процесс разработки текстов, графики, видео, аудио и других материалов, необходимых для обучения. Стоит помнить о визуальной привлекательности и понятности материалов.

– **Интерактивные элементы.** Процесс внедрения в ресурсы интерактивных элементов, таких как тесты, задания, кейсы и т.д. Это способствует активному вовлечению учащихся.

– **Тестирование и корректировка.** Необходима апробация разрабатываемых продуктов на небольшой группе пользователей. Неотъемлемой частью данного процесса является внесение корректировок и различного рода модераций и улучшений.

– **Тестирование с использованием разных устройств.** Нужно убедиться, что ресурсы отображаются корректно

и функционируют на разных устройствах и в различных браузерах.

– **Интеграция технологий.** Иногда, для достижения желаемого результата требуется внедрение различных технологий, таких как системы управления контентом (CMS), базы данных, инструменты аналитики и др. Так, согласно рейтингу бесплатных CMS на рис 1, можно определиться с выбором нужных интегрируемых продуктов [2]:

– **Внедрение и поддержка.** Необходимо разместить ресурсы на выбранной платформе и обеспечить их доступность для целевой аудитории. Стоит отметить о необходимости в представлении технической и консультационной поддержки пользователям.

– **Анализ эффективности и обратная связь.** Оценка использование ресурсов, анализ данных о прогрессе и сбор обратной связи от пользователей способствует грамотному внесению улучшений и коррекции.

– **Обновление и развитие.** В зависимости от потребностей и обратной связи, стоит вносить обновления и улучшения в ресурсы.

Таким образом, важно помнить, что разработка электронных образовательных ресурсов — это итеративный процесс. Отклики пользователей и изменения в образовательной среде могут потребовать регулярных обновлений и улучшений.

Одним из важнейших аспектов целевого использования разработанных ЭОР являются графические и мультимедийные

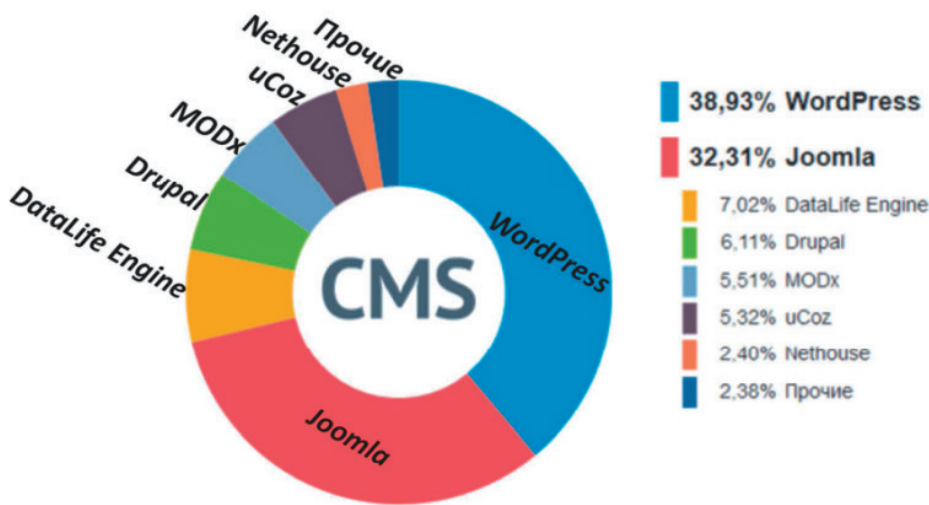


Рис. 1. Общий рейтинг бесплатных CMS

Таблица 1. Использование графических и мультимедийных ресурсов

Визуализация информации	Диаграммы, схемы, графики и таблицы, помогают наглядно представить информацию и облегчить понимание сложных концепций.
Интерактивные графические элементы	Инфографика с возможностью взаимодействия, позволяют студентам исследовать данные и применять их знания на практике.
Мультимедийные презентации	Использование слайд-шоу, видео, аудио и анимации в презентациях обогащает учебный материал и делает его более интересным.
Видеоуроки	Ролики и видеоуроки позволяют демонстрировать процессы, проводить виртуальные экскурсии, демонстрировать эксперименты и многое другое.
Аудиоматериалы	Записи лекций, аудиокниги и аудиорассказы обогащают образовательный контент, предоставляя разные способы изучения материала.
Мультимедийные кейсы и кейс-стади	Представление кейсов в мультимедийном формате позволяет студентам анализировать ситуации, принимать решения и видеть результаты своих действий.
Симуляции и виртуальные лаборатории	Графические и мультимедийные ресурсы позволяют создавать симуляции и виртуальные лаборатории, позволяя студентам проводить эксперименты в безопасной среде.
Интерактивные учебники	Электронные учебники с элементами интерактивности, анимации и мультимедийными материалами улучшают усвоение материала.
Геймификация образовательного процесса	Игры и интерактивные задания с графикой и мультимедийными эффектами могут быть использованы для увлечения студентов и повышения мотивации к обучению.
Адаптация под разные стили обучения	Графика и мультимедийные ресурсы позволяют создавать материалы, учитывая разные типы обучающихся, включая визуальных, аудиальных и кинестетиков.



ресурсы. Согласно проработанному материалу авторов [3–7] разработана таблица использования графических и мультимедийных ресурсов.

Использование графических и мультимедийных ресурсов в образовании помогает сделать учебный материал более до-

ступным, интересным и эффективным, способствуя более глубокому усвоению знаний [8].

Мультимедиа ресурсы представляют собой наглядные ресурсы с применением мониторов, дисплеев, 3D-принтеров, VR-AR устройств (рисунок 2).

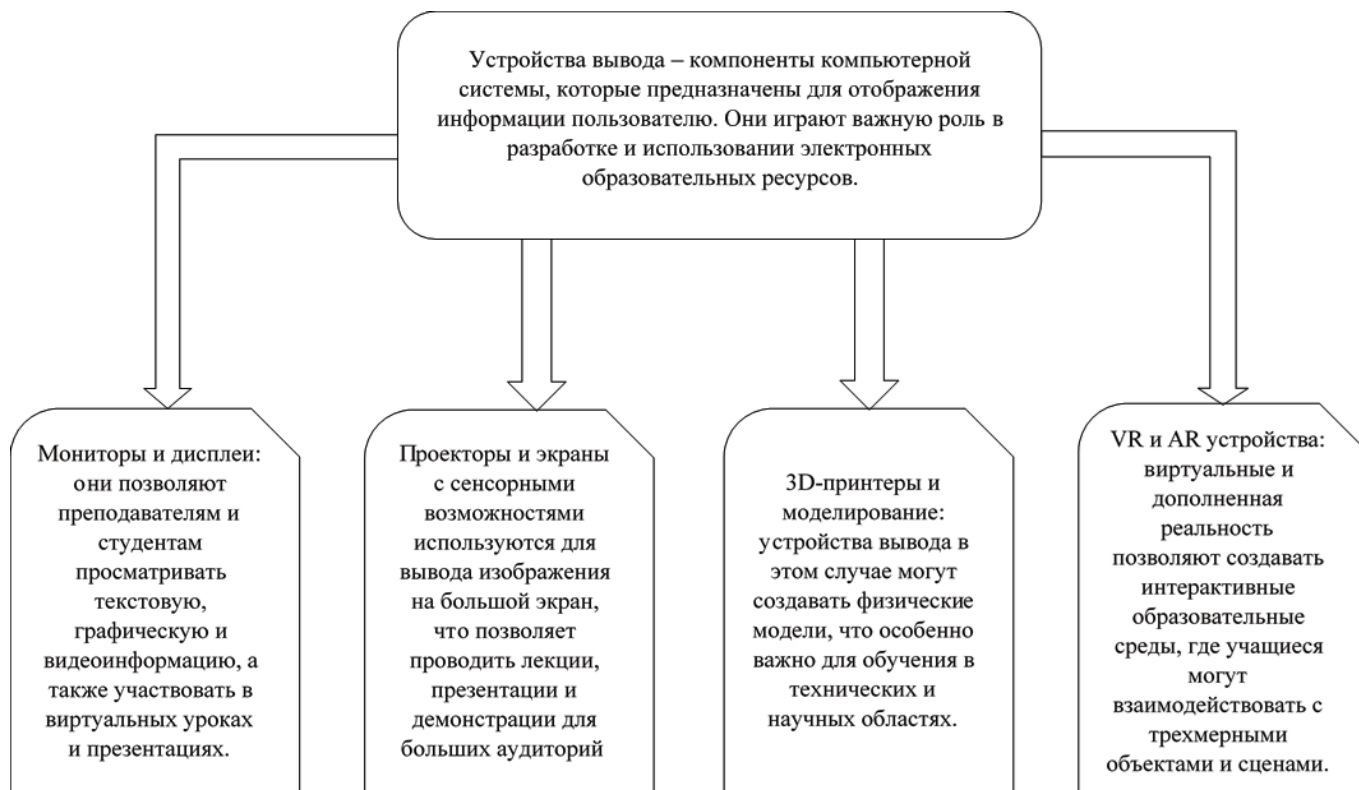


Рис. 2. Схема использования устройств вывода

Создание и использование электронных образовательных ресурсов требует не только квалифицированных педагогов, но и соответствующей инфраструктуры. Обеспечение современных компьютеров, стабильного интернет-соединения, мультимедийного оборудования и систематического техниче-

ского обслуживания становятся неотъемлемыми условиями успешной реализации цифровых образовательных инициатив. Дальнейшее исследование в этой области может раскрыть новые аспекты оптимизации инфраструктуры для максимальной эффективности использования ЭОР в образовательном процессе.

#### Литература:

1. Электронный учебник: что это такое и как с ним работать? Наталья Батракова. <https://informburo.kz/cards/elektronnyy-uchebnik-cto-eto-takoe-i-kak-s-nim-rabotat.html>
2. Электронные образовательные ресурсы. Общие требования и виды. Составитель: Вербилова И. В., зав. Отделом методического сопровождения внедрения ИТ. 2018 г. [https://eschool.kuz-edu.ru/files/doc/%D0%AD%D0%9E%D0%A0\\_%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%B5.pdf](https://eschool.kuz-edu.ru/files/doc/%D0%AD%D0%9E%D0%A0_%D0%9E%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%B5.pdf)
3. Документированная процедура «Разработка, экспертиза и использование в учебном процессе электронных образовательных ресурсов» СМК-ДП-7.5–03–09–2013. Версия 2 от 13.06.2013. Екатеринбург: УрФУ, 2013.
4. Методические инструкции по разработке электронных образовательных ресурсов. ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Версия 1.0. Екатеринбург: УрФУ, 2011.
5. Политика применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в образовательном процессе. «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» Екатеринбург: УрФУ, 2013.
6. Электронные образовательные ресурсы в учебном процессе Н. И. Ларионова.
7. Информационные и образовательные ресурсы в образовательном процессе В. С. Балашов.
8. Электронные образовательные ресурсы: проектирование, разработка, использование И. В. Труш.

## Локальные сети: виды и их применение

Эльшакери Халид Мохамед, студент магистратуры  
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону)

Локальные сети (Local Area Networks, LANs) играют ключевую роль в современном мире цифровых технологий, обеспечивая эффективный обмен информацией в ограниченных пространственных масштабах, таких как офисы, дома или предприятия. Развитие этой области началось во второй половине XX века и продолжается по сей день, формируя основу для взаимодействия компьютеров и других устройств в сети. В данной статье мы проведем обзор истории локальных сетей, рассмотрим различные виды этой технологии, и выявим ключевые характеристики, которые делают их неотъемлемой частью современной информационной инфраструктуры.

### Историческая справка:

Идея создания локальных сетей впервые возникла в 1960-х годах, когда компьютеры стали более доступными и их использование в офисах и лабораториях стало более распространенным. Ранние локальные сети были предназначены для обмена данными между компьютерами и периферийными устройствами в ограниченных пространственных масштабах.

Существовали различные подходы к созданию сетей, и одним из первых стандартов, который оказал значительное влияние на развитие локальных сетей, стал стандарт Ethernet. В конце 1970-х и начале 1980-х годов он стал основой для многих современных локальных сетей.

С развитием технологий и распространением интернета локальные сети стали играть все более важную роль. Они перестали быть просто средством обмена данными в офисах и лабораториях, превратившись в средства связи для домашних сетей, учебных учреждений, здравоохранения и даже городских инфраструктурных систем. Этот период стал свидетельством взрывного роста локальных сетей и установления их как важного элемента современной информационной инфраструктуры.

### Структура Локальных Сетей:

Локальные сети (LANs) состоят из разнообразных элементов и технологий, работающих вместе для обеспечения эффективного обмена информацией в ограниченных пространственных масштабах, таких как дома, офисы или предприятия. Давайте рассмотрим основные элементы этой структуры:

#### 1. Устройства:

— **Кабели:** Кабели играют ключевую роль в структуре локальных сетей (LANs), обеспечивая физическое соединение между различными устройствами в сети. Вот некоторые важные аспекты кабелей в локальных сетях:

#### Типы кабелей:

**Оптоволоконные кабели (Optical Fibers):** Они используют световые волны для передачи данных, обеспечивая высокую пропускную способность и устойчивость к электромагнитным помехам.

**Медные кабели (Copper Cables):** Широко используются в локальных сетях, включая витые пары, коаксиальные кабели и витые пары различной скорости передачи данных.

Кабели внутри здания:

**Витая пара (Twisted Pair):** Состоит из проводов, скрученных вместе для уменьшения электромагнитных помех. Категории кабелей (Cat5e, Cat6, Cat6a) определяют их пропускную способность и возможности передачи данных.

**Коаксиальные кабели (Coaxial Cables):** Содержат центральный провод, изолированный слоем, и экранирование, обеспечивая более высокую пропускную способность по сравнению с витой парой.

#### Кабели вне здания:

**Оптоволоконные кабели:** Используются для долгосрочных передач данных на большие расстояния, обеспечивая высокую скорость передачи данных и устойчивость к электромагнитным воздействиям.

#### Кабельное подключение:

**Патч-кабели:** Используются для соединения конечных устройств с портами на коммутаторах или розетках, например, для подключения компьютеров, принтеров и других устройств.

**Кабели консоли (Console Cables):** Применяются для подключения компьютера или устройства к сетевому оборудованию для конфигурирования и управления.

#### Архитектура кабелей:

**Звездообразная архитектура:** В большинстве локальных сетей используется звездообразная архитектура, где все устройства подключаются к центральному коммутатору или маршрутизатору.

#### Коммутаторы

Коммутаторы представляют собой ключевой элемент в структуре локальных сетей (LANs), обеспечивая эффективное взаимодействие между различными устройствами в сети. Вот несколько основных аспектов, касающихся коммутаторов в локальных сетях:

#### Роль коммутаторов:

**Прямое взаимодействие:** Коммутаторы позволяют устройствам в сети общаться напрямую, исключая необходимость в методах рассылки, которые характерны для устаревших технологий.

**Увеличение пропускной способности:** Поскольку коммутаторы направляют данные только к адресату, они обеспечивают более высокую пропускную способность по сравнению с хабами или концентраторами.

#### Технология коммутации:

**Пакетная коммутация (Packet Switching):** Коммутаторы используют пакетную коммутацию, где данные разделяются на пакеты, что обеспечивает более эффективное использование пропускной способности сети.

**Магистральная коммутация (Store-and-Forward):** В режиме «хранения и передачи» коммутатор получает весь пакет перед его отправкой, что повышает точность доставки данных.

#### Виды коммутаторов:

Неуправляемые коммутаторы (Unmanaged Switches): Просты в использовании и не требуют конфигурации. Они автоматически пересылают данные между устройствами.

Управляемые коммутаторы (Managed Switches): Предоставляют возможность настройки и управления функциями коммутатора, что особенно важно в крупных сетях.

#### Точки доступа (Access Points):

обеспечивая беспроводную связь для мобильных устройств. Вот несколько ключевых аспектов, связанных с точками доступа в локальных сетях:

##### Роль точек доступа:

Предоставление беспроводного доступа: Основная задача точек доступа заключается в обеспечении беспроводного соединения для устройств, поддерживающих Wi-Fi.

Увеличение диапазона сети: Точки доступа расширяют область покрытия сети, позволяя устройствам подключаться к сети на больших расстояниях от проводных соединений.

##### Технологии беспроводной связи:

Стандарты Wi-Fi: Точки доступа используют стандарты беспроводной связи, такие как 802.11ac или 802.11ax, чтобы обеспечивать быструю и стабильную передачу данных.

Двухдиапазонные точки доступа: Некоторые точки доступа работают на двух частотных диапазонах (2,4 ГГц и 5 ГГц), что позволяет оптимизировать производительность в зависимости от условий сетевого окружения.

##### Управление беспроводной сетью:

Контроль доступа: Точки доступа обеспечивают управление доступом, определяя, какие устройства имеют право подключаться к сети.

Безопасность беспроводной сети: Реализация методов шифрования, таких как WPA3, помогает обеспечить безопасность беспроводной передачи данных.

#### Маршрутизаторы (Routers):

Маршрутизаторы представляют собой ключевой элемент инфраструктуры локальных сетей (LANs), играя важную роль в направлении трафика и обеспечении связности между устройствами. Вот некоторые основные аспекты использования маршрутизаторов в локальных сетях:

##### 1. Передача данных между устройствами внутри LAN:

Маршрутизаторы обеспечивают эффективное направление данных между устройствами внутри локальной сети. Это включает в себя передачу информации от одного устройства к другому в пределах сети.

##### 2. Оптимизация трафика:

Маршрутизаторы выбирают оптимальные маршруты для передачи данных внутри сети, что способствует более эффективному использованию ресурсов и снижению задержек.

##### 3. Назначение IP-адресов:

Маршрутизаторы играют роль в назначении IP-адресов устройствам внутри локальной сети, обеспечивая уникальность идентификаторов для каждого устройства.

##### 4. Сегментация сети:

Путем использования маршрутизаторов можно разделить локальную сеть на различные сегменты, что повышает безопасность и эффективность управления трафиком.

##### 5. Доступ в Интернет:

Маршрутизаторы обеспечивают выход в Интернет для устройств в локальной сети, выполняя функцию Network Address Translation (NAT) для преобразования частных IP-адресов в общедоступные.

##### 6. Безопасность:

Встроенные брандмауэры и функции безопасности маршрутизаторов помогают защитить локальную сеть от несанкционированного доступа и вредоносных атак.

##### 7. Маршрутизация между VLANs:

Маршрутизаторы могут использоваться для маршрутизации трафика между виртуальными локальными сетями (VLANs), что способствует сегментации и управлению трафиком.

Использование маршрутизаторов в локальных сетях становится все более важным в современных сценариях работы с данными, обеспечивая эффективную коммуникацию и безопасность внутри сетей.

#### 2. Протоколы Локальных Сетей:

Некоторые из основных протоколов, используемых в локальных сетях:

##### Ethernet:

Описание: Ethernet является одним из наиболее распространенных протоколов локальной сети (LAN). Он устанавливает стандарты физического соединения и методы доступа к среде передачи данных.

Характеристики: Ethernet использует метод CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) для управления доступом к среде передачи данных, что позволяет различным устройствам конкурировать за доступ к сети.

##### Wi-Fi (802.11):

Описание: Протокол Wi-Fi предоставляет беспроводную связь в локальных сетях, позволяя устройствам подключаться к сети без использования физических кабелей.

Характеристики: Стандарты Wi-Fi, такие как 802.11ac и 802.11ax, определяют параметры беспроводной связи, такие как частотные диапазоны и пропускную способность.

##### TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol):

Описание: TCP/IP является основным протоколом для интернета и многих локальных сетей. Он включает в себя два основных протокола: TCP для управления передачей данных и IP для маршрутизации и адресации.

Характеристики: TCP обеспечивает надежную и упорядоченную передачу данных, в то время как IP отвечает за маршрутизацию и адресацию пакетов данных.

##### ARP (Address Resolution Protocol):

Описание: Протокол ARP используется для преобразования IP-адресов в физические MAC-адреса в локальных сетях.

Характеристики: ARP помогает устройствам определить MAC-адреса других устройств в сети для корректной передачи данных.

##### ICMP (Internet Control Message Protocol):

Описание: ICMP используется для отправки сообщений об ошибках и управления сетевыми операциями, такими как тестирование доступности узлов сети (ping).

Характеристики: ICMP обеспечивает диагностику и управление сетью через отправку специальных сообщений.

SNMP (Simple Network Management Protocol):

Описание: SNMP используется для удаленного мониторинга и управления сетевыми устройствами в локальных сетях.

Характеристики: SNMP позволяет администраторам отслеживать статус и конфигурацию сетевых устройств.

7. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol):

Описание: DHCP автоматически назначает IP-адреса и другие сетевые параметры устройствам в локальной сети.

Характеристики: DHCP упрощает процесс конфигурации сетевых устройств, делая их более доступными для использования в локальной сети.

### 3. Управление сетью

Мониторинг сети:

Описание: Мониторинг сети включает в себя постоянное отслеживание активности, производительности и состояния устройств в локальной сети.

Значение: Позволяет оперативно выявлять проблемы, анализировать использование ресурсов и предотвращать сбои в работе сети.

Конфигурация устройств:

Описание: Конфигурация устройств включает в себя установку и оптимизацию параметров сетевого оборудования, таких как маршрутизаторы, коммутаторы и точки доступа.

Значение: Обеспечивает правильную работу сетевого оборудования и соответствие его настроек требованиям бизнес-процессов.

Управление безопасностью:

Описание: Управление безопасностью включает в себя реализацию политик безопасности, шифрование данных, контроль доступа и мониторинг угроз.

Значение: Гарантирует защиту конфиденциальности и целостности данных, а также предотвращает несанкционированный доступ к сети.

Управление пропускной способностью:

Описание: Управление пропускной способностью включает в себя мониторинг и оптимизацию производительности сети для обеспечения эффективной передачи данных.

Значение: Обеспечивает стабильность и высокую производительность сети, предотвращая узкие места и сбои.

### 4. Разновидности локальных сетей

Управление конфигурациями:

Описание: Управление конфигурациями включает в себя сохранение, резервирование и восстановление конфигураций сетевого оборудования.

Значение: Предотвращает потерю настроек при сбоях, обеспечивает быстрое восстановление после инцидентов.

Управление IP-адресами:

Описание: Управление IP-адресами включает в себя назначение, отслеживание и резервирование IP-адресов для устройств в сети.

Значение: Обеспечивает правильное функционирование сетевого адресации и избегает конфликтов IP-адресов.

Управление изменениями:

Описание: Управление изменениями включает в себя документирование, контроль и внедрение изменений в сетевую инфраструктуру.

Значение: Предотвращает потенциальные сбои и обеспечивает систематическое внедрение изменений.

Сеть клиент-сервер (Client Server LAN):

Определение:

Сеть клиент-сервер представляет собой архитектурный подход в локальных сетях, где сервер предоставляет ресурсы и услуги, а клиенты обращаются за этими ресурсами.

Характеристики:

Роли устройств: Серверы обеспечивают централизованный доступ к ресурсам (файлам, приложениям), а клиенты запрашивают и используют эти ресурсы.

Безопасность: Централизованный контроль доступа к ресурсам, что повышает безопасность системы.

Управление: Централизованное управление ресурсами и обновлениями системы.

Применение в современных сценариях:

Сети клиент-сервер широко применяются в корпоративных окружениях для обеспечения эффективного управления данными и ресурсами.

Сеть «равный к равному» (Peer-to-Peer LAN):

Определение:

Сеть «равный к равному» представляет собой модель, в которой все устройства в сети имеют одинаковые права и могут взаимодействовать напрямую друг с другом без центрального сервера.

Характеристики:

Роли устройств: Все устройства в сети равны между собой и могут действовать как клиенты и серверы одновременно.

Децентрализация: Отсутствие центрального узла управления, что обеспечивает гибкость и простоту сети.

Безопасность: Отсутствие центрального контроля, что может привести к сложностям в обеспечении безопасности.

Применение в современных сценариях:

Сети «равный к равному» широко используются в небольших офисах и домашних сетях, где не требуется централизованное управление ресурсами.

Сеть Token Ring (Token Ring LAN):

Определение:

Сеть Token Ring использует топологию кольца, где данные передаются по кольцевой сети с использованием токена, предоставляя каждому устройству право передачи.

Характеристики:

Топология: Кольцевая топология, где каждое устройство имеет два соседа для передачи данных.

Метод передачи: Использование токена для координации доступа к среде передачи данных.

Производительность: Повышенная эффективность передачи данных в кольцевой сети.

Применение в современных сценариях:

Сети Token Ring стали менее распространенными, поскольку их заменяют более современные технологии, такие как Ethernet.

Проводная локальная сеть (Wired LAN):

Определение:

Проводная локальная сеть включает в себя физические провода (как правило, медные или волоконно-оптические) для передачи данных между устройствами.



Характеристики:

Среда передачи: Использование физических проводов для передачи данных.

Пропускная способность: Обычно обеспечивает более высокую пропускную способность по сравнению с беспроводными технологиями.

Безопасность: Сложнее подвергнуться несанкционированному доступу по сравнению с беспроводными сетями.

Применение в современных сценариях:

Проводные сети широко используются в офисных зданиях, центрах обработки данных и других местах, где требуется высокая пропускная способность и стабильность соединения.

Беспроводная локальная сеть (Wireless LAN):

Определение:

Беспроводная локальная сеть передает данные между устройствами через радиоволны, без использования физических проводов.

Характеристики:

Среда передачи: Беспроводная передача данных через радиоволны.

Гибкость: Обеспечивает свободу передвижения устройств в пределах зоны покрытия.

Пропускная способность: Обычно ниже, чем у проводных сетей.

Применение в современных сценариях:

Беспроводные сети широко используются в офисах, аэропортах, кафе и домашних сетях для обеспечения гибкости и мобильности устройств.

Облачно-управляемая локальная сеть (Cloud-Managed LAN):

Определение:

Облачно-управляемая локальная сеть использует облачные технологии для управления и мониторинга сетевой инфраструктуры.

Характеристики:

Управление: Централизованное управление через облачные сервисы.

Масштабируемость: Легкость в масштабировании и управлении большими сетями.

Доступность: Возможность управления сетью удаленно через интернет.

Применение в современных сценариях:

Облачно-управляемые сети становятся все более популярными для предприятий, где требуется гибкость, масштабируемость и удаленное управление.

## 5. Будущее локальных сетей:

Локальные сети (Local Area Networks, LANs) являются неотъемлемой частью современной информационной инфраструктуры, и их роль продолжает расти с развитием технологий.

### 1. Интеграция Интернета Вещей (IoT):

С развитием концепции Интернета Вещей, локальные сети становятся ключевым элементом для связи и управления умными устройствами. От домашней автоматизации до промышленности 4.0, LANs играют важную роль в обеспечении связи между устройствами.

### 2. Сети 5G:

Внедрение технологии 5G принесет значительные изменения в локальные сети. Высокая скорость передачи данных, низкая задержка и большая емкость сети расширят возможности LANs, обеспечивая более быструю и надежную связь.

### 3. Виртуализация и Облачные Решения:

Технологии виртуализации локальных сетей и переход к облачным решениям упростят управление ресурсами, повысят гибкость и обеспечат более высокий уровень безопасности. Это также способствует масштабируемости и управлению большими объемами данных.

### 4. Искусственный Интеллект (AI) в Локальных Сетях:

Применение искусственного интеллекта в области сетевых технологий будет способствовать автоматизации управления сетями, обнаружению угроз и оптимизации производительности. Это создаст более интеллектуальные и самоадаптивные локальные сети.

### 5. Блокчейн для Безопасности:

Использование технологии блокчейн для обеспечения безопасности данных в локальных сетях станет все более распространенным. Блокчейн обеспечивает надежное и неизменное хранение информации, что критически важно для защиты от кибератак и несанкционированного доступа.

## 6. Преимущества и Недостатки Локальных Сетей

### Преимущества Локальных Сетей:

#### 1. Высокая Скорость Передачи Данных:

Локальные сети обеспечивают быструю передачу данных между подключенными устройствами, что обеспечивает эффективное взаимодействие и обмен информацией.

#### 2. Общий Ресурс Ресурсов:

Они позволяют совместно использовать ресурсы, такие как принтеры, серверы и интернет-каналы, что повышает эффективность и экономит ресурсы.

#### 3. Простота Обслуживания:

Локальные сети обладают относительной простотой обслуживания, особенно в сравнении с более крупными сетями.

#### 4. Легкость Расширения:

Возможность расширения и добавления новых устройств в сеть делает LAN гибким и масштабируемым.

#### 5. Улучшенная Безопасность:

Современные технологии обеспечивают высокий уровень безопасности, защищая данные от несанкционированного доступа.

### Недостатки Локальных Сетей:

#### 1. Ограниченная География:

Локальные сети предназначены для ограниченной территории, что означает, что они не могут обеспечивать связь на большие расстояния.

#### 2. Зависимость от Физической Инфраструктуры:

Для функционирования LAN требуется физическая инфраструктура, включая кабели и оборудование, что может создать дополнительные затраты.

#### 3. Ограниченные Ресурсы:

Совместное использование ресурсов также может привести к конфликтам и ограниченной доступности в некоторых случаях.

#### 4. Сложность Управления:

С увеличением размеров сети может возникнуть сложность управления и обслуживания, требуя более сложных систем управления.

#### 5. Риски Безопасности:

При недостаточной защите данные в локальной сети могут подвергаться риску кибератак и утечек.

#### Заключение:

В завершение данной научной статьи о локальных сетях можно сказать, что они представляют собой жизненно важный компонент современной информационной инфраструктуры.

Предоставляя эффективный способ обмена данными и ресурсами между подключенными устройствами, локальные сети способствуют улучшению эффективности работы и обеспечивают более качественное взаимодействие.

Несмотря на постоянные улучшения в технологии сетей, пользователям важно быть осведомленными о вызовах и ответственностях, связанных с эксплуатацией и обслуживанием локальных сетей. Путем принятия лучших практик в области безопасности и управления можно добиться максимальной выгоды от использования локальных сетей и избежать возможных проблем.

#### Литература:

1. Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). Computer Networks. Pearson Education.
2. Comer, D. E. (2004). Computer Networks and Internets. Prentice Hall.
3. Леонов, А. (2019). «Компьютерные сети: Принципы, технологии, протоколы». Москва: Издательство.
4. Титченор, Э. (2018). «Локальные сети. Методы эффективного применения». Москва: Издательство.
5. Аль-Захрани, д. Абдулла (2020). «Анализ и оптимизация локальных сетей». Рияд: Научное издательство.



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Перспективы развития систем и средств комплексов с беспилотными летательными аппаратами

Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент;

Седых Артём Вячеславович, студент;

Бачурин Данил Сергеевич, студент

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

*В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стремительно приобретают популярность и широко применяются в различных сферах, включая военную, гражданскую и научную области. Особое внимание уделяется развитию систем и средств комплексов с БПЛА, так как это является одной из ключевых составляющих для эффективного использования и интеграции БПЛА в различных задачах. Тема перспектив развития систем и средств комплексов с БПЛА является актуальной и вызывает интерес у широкого круга специалистов в силу потенциала и возможностей, которые они предоставляют. В данной научной статье рассматриваются основные направления и проблемы развития систем и средств комплексов с БПЛА, а также анализируются перспективы их применения в будущем. Большое внимание будет уделено анализу существующих проблем и их решений, а также предлагаются различные пути улучшения эффективности и функциональности систем и средств комплексов с БПЛА.*

*Ключевые слова:* БПЛА, технологии, разработки, перспективы развития.

Основная часть исследовательской работы на тему перспектив развития систем и средств комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) будет включать следующие разделы.

Тема научной статьи о перспективах развития систем и средств комплексов с БПЛА (беспилотными летательными аппаратами) является актуальной по нескольким причинам.

Во-первых, БПЛА в последние десятилетия стали все более распространенными и востребованными в различных отраслях. Они используются в военных операциях, гражданской авиации, сельском хозяйстве, мониторинге окружающей среды и прочих областях. Развитие и совершенствование систем и средств комплексов с БПЛА позволяют повысить эффективность их использования в различных сферах деятельности.

Во-вторых, современные технологии и разработки в области авиации, электроники и программного обеспечения способствуют улучшению характеристик и возможностей БПЛА. Новые модели могут оперировать на больших высотах, имеют большую грузоподъемность, дальность полета и время автономной работы. Кроме того, развитие датчиков и сенсоров позволяет собирать больше и более точных данных, а улучшение алгоритмов обработки информации — эффективнее использовать полученные результаты.

В-третьих, системы и средства комплексов с БПЛА имеют большой потенциал для решения ряда актуальных задач. Например, в военной сфере они могут использоваться для разведки, наведения огня, поиска и спасения, бесконтактного

минирования и прочего. В гражданской авиации и сельском хозяйстве БПЛА могут применяться для контроля состояния и обслуживания инфраструктуры, мониторинга полей и посевов, оценки повреждений от стихийных бедствий и других задач.

Наконец, развитие систем и средств комплексов с БПЛА имеет практическую значимость и может принести существенную выгоду как экономической, так и экологической. Более эффективное использование БПЛА позволяет сократить затраты на выполнение определенных задач, уменьшить риски для операторов и минимизировать воздействие на окружающую среду. Однако для достижения этих результатов необходимо продолжать исследования и разработки в данной области.

Таким образом, актуальность темы научной статьи о перспективах развития систем и средств комплексов с БПЛА обусловлена ростом спроса на БПЛА, развитием технологий и потенциалом современных систем и средств, а также практической значимостью и экономической выгодой от их использования.

Далее рассмотрим этапы развития и интеграции БПЛА в различных сферах деятельности.

Развитие БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) и их интеграция в различные сферы имеют огромное значение для современного общества. Они открывают новые возможности и решают множество проблем в различных областях.

Во-первых, БПЛА играют важную роль в военной сфере. Они могут выполнять разведывательные задачи, наблюдать за врагом, патрулировать территорию и участвовать в опера-

циях без участия пилотов. БПЛА позволяют снижать риски для жизни военнослужащих и выявлять угрозы в реальном времени.

Во-вторых, БПЛА нашли применение в гражданской авиации. Они могут использоваться для мониторинга и обследования различных объектов, таких как нефтегазовые трубопроводы, линии электропередач, железные дороги и даже строительные объекты. БПЛА также могут быть использованы в поисково-спасательных операциях, сельском хозяйстве и экологии, обеспечивая эффективное и аккуратное выполнение специализированных задач.

В-третьих, развитие БПЛА способствует развитию инноваций и новых технологий. Их создание требует интеграции таких научных областей, как авиация, электроника, программное обеспечение и искусственный интеллект. Это создает возможности для сотрудничества и обмена знаниями между различными отраслями и научными группами.

Наконец, развитие БПЛА может существенно повысить эффективность и экономическую выгоду во многих отраслях. Они могут снизить затраты на трудоемкие задачи, повысить точность и скорость выполняемых работ, а также улучшить безопасность и качество их выполнения.

В целом, развитие БПЛА и их интеграция в различные сферы имеют значительное значение для общества. Они предоставляют новые возможности и решают проблемы, которые ранее были недостижимыми или ограниченными. БПЛА могут значительно изменить нашу жизнь и способствовать прогрессу в различных областях.

Ключевые направления развития беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и их комплексов включают в себя:

1. Увеличение автономности и длительности полета. Основная цель здесь — увеличение времени нахождения БПЛА в воздухе, что позволит расширить его возможности и сферу применения. Разработка более эффективных и емких аккумуляторных батарей, повышение энергетической эффективности, использование альтернативных источников энергии — все это способствует увеличению автономности БПЛА.

2. Развитие мультироторных систем. Мультироторные БПЛА, такие как квадрокоптеры или оциклоптеры, обладают высокой маневренностью и способностью взлетать и приземляться вертикально. Их развитие направлено на улучшение стабильности полета, увеличение грузоподъемности и расстояния полета, а также разнообразие применения в различных сферах, например, для доставки грузов или поиска и спасения.

3. Улучшение системы автоматизации. Разработка продвинутых систем и алгоритмов автоматического управления и навигации позволит улучшить точность и стабильность полета, обеспечить безопасность и эффективность работы БПЛА. Важным составляющим данного направления является разработка системы визуального распознавания, обеспечивающей определение и отслеживание препятствий, а также целей и местности.

4. Интеграция БПЛА в общую сеть связи и управления. Развитие систем коммуникаций и сетей связи позволит реализовать эффективное управление и координацию группы БПЛА, а также обмениваться информацией между ними и другими

участниками системы. Это открывает новые возможности в области разведки, мониторинга, связи и транспортировки.

5. Использование более легких и прочных материалов. Применение новых сплавов, композиционных материалов и технологий позволяет создавать легкие, но прочные конструкции для БПЛА. Это способствует увеличению грузоподъемности, улучшению энергоэффективности и повышению стабильности полета.

6. Развитие гибридных систем. Гибридные БПЛА сочетают в себе плюсы мультироторных и фиксированных крыльев, обладая высокой маневренностью и скоростью полета. Развитие гибридных систем направлено на повышение эффективности полета, расширение возможностей и сферы применения БПЛА.

Однако стоит отметить, что перспективы развития БПЛА и их комплексов далеко не ограничены только указанными направлениями. Быстрый технологический прогресс и постоянные исследования позволяют предположить, что появятся новые и инновационные направления развития этой технологии.

Обратим особое внимание применению БПЛА в военных целях.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) нашли широкое применение в различных сферах, включая военные, гражданские и научные области.

БПЛА используются для разведки и наблюдения на боевых территориях. Они могут выполнять задачи слежения за противником, сбора информации и передачи ее в реальном времени, позволяя военным принимать обоснованные решения.

Также БПЛА может быть использован как боевая платформа, вооруженная ракетами или бомбами. Они могут выполнять атаки по объектам или поддерживать наземные войска.

БПЛА также используются в гражданских целях, таких как мониторинг и обследование инфраструктуры, включая электроэнергетические сети, газопроводы, нефтепроводы и железные дороги. Это позволяет оперативно обнаруживать и реагировать на проблемы и аварии.

БПЛА также применяются для контроля лесных пожаров и наблюдения за экологическими изменениями в природных массивах. Они могут определять распространение и интенсивность пожара, а также контролировать лесную растительность и состояние водных ресурсов.

Также БПЛА используются для доставки товаров и медицинской помощи в отдаленные районы, где доступность почвы ограничена.

В научных исследованиях БПЛА используются для съемки и картографирования территории, мониторинга и изучения природных явлений, таких как вулканы, циклоническое поведение атмосферы и ареалы животных.

Они также могут служить для сбора образцов воздуха, почвы и воды из удаленных и опасных районов.

БПЛА используются для оценки структуры и массы льда на полярных станциях и для мониторинга границы ледяного шельфа.

Также БПЛА могут быть использованы для исследования потоков энергии и обмена веществ в экосистемах, а также для мониторинга морской жизни.

Все эти сферы демонстрируют широкий потенциал БПЛА и его важность в современном обществе.

## Заключение

В основной части статьи осуществляется анализ и оценка различных аспектов развития комплексов с БПЛА, исследуется их применимость в различных сферах и предлагаются пути

улучшения и оптимизации данных систем и средств. Важным моментом является аргументация важности и перспективности использования БПЛА в разных областях, а также представление актуальных исследований и достижений в этой области.

## Литература:

1. Баучер, П. (2017). Дроны для личного и коммерческого использования: возможности и проблемы. Журнал беспилотных транспортных средств, 5 (1), 1–10.
2. Гудгейм К. и Дарра М. (2019). Экономический эффект интеграции беспилотных авиационных систем в США. Журнал авиационных технологий и техники, 9 (1), 3.
3. Камат М. и Фонтейн М. (2018). Дорожная карта малых беспилотных авиационных систем: настоящее и будущее применение. Международный журнал аэрокосмической техники, 2018, 1–11.
4. Лю Д. и Ван с. (2017). Исследование действий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) за пределами прямой видимости (BVLOS). Международный журнал аэрокосмической техники и науки, 1 (1), 85–92.

## Обобщенный анализ существующих тенденций и достижений в области перспектив развития систем и средств беспилотных летательных аппаратов

Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент;

Седых Артём Вячеславович, студент;

Бачурин Данил Сергеевич, студент

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

На сегодняшний день в мире существует несколько основных тенденций в развитии БПЛА. Одна из них связана с увеличением автономности этих систем. Сегодня БПЛА способны выполнять задания без участия человека весь полет или выполнить автоматическую посадку. Это позволяет увеличить эффективность использования БПЛА в разных областях, таких как мониторинг сельского хозяйства, поиск и спасение, геологическое исследование и многое другое.

Еще одна тенденция связана с улучшением систем передачи данных. БПЛА все чаще используются для передачи информации в режиме реального времени, что является важным фактором для оперативного принятия решений. Развитие технологий связи, таких как 5G, позволяет достичь высокой пропускной способности и низкой задержки, что существенно улучшает возможности передачи данных БПЛА.

Еще одним важным направлением развития является увеличение дальности полета и продолжительности работы БПЛА. Большая автономность и возможность полететь на большие расстояния от пилота позволяет использовать БПЛА во многих сферах, от разведки до доставки грузов.

Важным достижением в области БПЛА также является разработка более легких и компактных конструкций. Использование новых материалов позволяет снизить вес БПЛА, что, в свою очередь, улучшает их маневренность и эффективность.

**Ключевые слова:** БПЛА, перспективы развития, технологии, разработка и применение.

## Проблемы развития систем и средств комплексов с БПЛА

При разработке и использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) возникают следующие основные проблемы:

1. Законодательство: Одной из основных проблем является отсутствие полноценного и согласованного законодательства, регулирующего операции с БПЛА. Необходимо разработать нормативную базу, определяющую правила эксплуатации, управления, безопасности и ответственности при использовании БПЛА.

2. Безопасность: При использовании БПЛА возникают риски безопасности, связанные с возможными авариями, на-

рушением частной жизни, кибератаками на системы безопасности и другими угрозами. Необходимо разработать меры безопасности, такие как аварийные системы, шифрование данных и защита от несанкционированного доступа.

3. Технические ограничения: БПЛА имеют ограниченные возможности по дальности полета, время работы от аккумуляторной батареи и грузоподъемности. Эти ограничения могут быть преодолены с помощью новых технологий, но требуют дальнейших исследований и разработок.

4. Разработка и производство: Создание высококачественных БПЛА требует тщательного проектирования и интеграции различных компонентов, таких как датчики, аппаратное

и программное обеспечение, а также электроника. Необходимо разработать стандарты и методологии проектирования и тестирования, чтобы обеспечить надежность и эффективность БПЛА.

5. Пилотное управление: В некоторых случаях для управления БПЛА требуется наличие обученных и квалифицированных пилотов, что может быть дорого и ограничивает доступ к этой технологии. Еще одной проблемой является автоматизация управления, чтобы снизить необходимость прямого участия пилота.

6. Этика и конфиденциальность: Использование БПЛА может вызывать этические вопросы, связанные с частной жизнью, приватностью и конфиденциальностью, особенно при использовании в гражданских целях. Необходимо разработать нормативные акты и принципы, чтобы защитить права и свободы граждан.

7. Разработка общей системы управления: Использование БПЛА требует разработки и внедрения общей системы управления, которая позволит эффективно координировать действия различных БПЛА, предотвращать столкновения, обеспечивать безопасность и эффективное управление. Это требует разработки новых методов коммуникации, междуоператорского взаимодействия и автоматизированного управления.

— Рассмотрение технических, эргономических, правовых и этических аспектов

Развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) имеет огромный потенциал в различных сферах, включая коммерцию, разведку, агрокультуру, связь и многое другое. Однако, при разработке и применении БПЛА необходимо учитывать ряд технических, эргономических, правовых и этических аспектов.

Технические аспекты включают в себя разработку надежных и безопасных БПЛА, обеспечение долговечности и устойчивости во время полета. При разработке БПЛА необходимо обращать внимание на системы электропитания, сенсоры, алгоритмы управления и другие технические характеристики. Также важно обеспечить возможность создания систем автоматического выявления и предотвращения сбоев, а также обеспечить возможность безопасной автономной работы возможно даже при отсутствии связи с оператором.

Эргономические аспекты касаются удобства и эффективности использования БПЛА. Например, операторам БПЛА требуется простая и интуитивно понятная панель управления, а также информационный интерфейс, который позволяет оператору быстро и точно анализировать данные и принимать решения. Также важно учесть физическую нагрузку на оператора, так как длительная работа с БПЛА может привести к усталости и ошибкам.

Правовые аспекты включают в себя законодательство, регулирующее использование БПЛА. Многие страны уже имеют правила и ограничения для коммерческого использования БПЛА, так как они могут представлять угрозу для безопасности или нарушать личную жизнь и конфиденциальность людей. При разработке БПЛА необходимо соответствовать местным и международным правилам и стандартам, таким как соответствие авиационным требованиям, зонирование для полетов, допуск к управлению и безопасность полетов.

Этические аспекты включают в себя вопросы о защите приватности, этичности использования БПЛА, а также воздействия на окружающую среду. Например, использование БПЛА для наблюдения за людьми или объектами может нарушать их право на приватность и вызывать недоверие. Также важно учитывать возможное воздействие на животный и растительный мир при применении БПЛА в сельском хозяйстве или рекреации.

Все эти аспекты необходимо учитывать на разных этапах разработки и применения БПЛА, чтобы обеспечить их безопасность, эффективность и соответствие правилам и нормам. При этом важно также учитывать общественное мнение и строить диалог с заинтересованными сторонами, такими как государственные органы, организации и общественность.

— Оценка текущих решений и подходов к решению данных проблем

Оценка текущих решений и подходов к решению проблем в области развития беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) может быть субъективной и зависит от конкретных требований и потребностей пользователей. Однако, можно выделить несколько общих аспектов для оценки этих решений и подходов:

1. Технические возможности: Оценка включает в себя анализ возможностей БПЛА в сферах, таких как автономность, навигация, дальность полета, скорость, нагрузка и т.д. Подходы, которые обеспечивают лучшие технические возможности, заслуживают высокую оценку.

2. Безопасность: Безопасность является важным аспектом для БПЛА, поскольку они могут быть использованы в широком спектре отраслей, включая гражданскую авиацию и военные операции. Решения, которые обеспечивают надежность и безопасность полетов, имеют высокую оценку.

3. Функциональность: Оценка включает в себя анализ способности БПЛА выполнять требуемые задачи и функции. Решения, которые предлагают широкий спектр функций и адаптируются под разные потребности пользователей, получают высокую оценку.

4. Стоимость: Стоимость играет важную роль при оценке решений и подходов к развитию БПЛА. Более доступные и экономически эффективные решения получают более высокую оценку.

5. Управление и контроль: Способность управлять и контролировать БПЛА является важным аспектом, особенно в случае массового использования БПЛА. Решения, которые обеспечивают удобную и безопасную систему управления, получают высокую оценку.

6. Уровень автоматизации: Автоматизация играет все более важную роль в развитии БПЛА. Решения, которые обеспечивают высокий уровень автоматизации в запуске, полете и посадке БПЛА, получают высокую оценку.

7. Экологические аспекты: с учетом становления экологически ответственных подходов в различных сферах деятельности, оценка решений и подходов в области развития БПЛА должна также включать анализ их воздействия на окружающую среду. Решения, которые предлагают более экологически чистые варианты, имеют более высокую оценку.

Нужно отметить, что оценка решений и подходов к развитию БПЛА будет варьироваться в зависимости от регио-



нальных и секториальных особенностей, а также от требований и потребностей конкретных пользователей.

Перспективы применения систем и средств комплексов с БПЛА в будущем

— Обзор современных и будущих требований и потребностей в области БПЛА

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) играют все более значимую роль в различных сферах деятельности, начиная от военных операций и мониторинга защищаемых объектов до коммерческих применений, таких как доставка товаров и съемка с воздуха.

Современные требования в области БПЛА включают в себя несколько аспектов. Во-первых, надежность и безопасность. С увеличением числа БПЛА в воздухе важно убедиться, что они не создадут опасности для других летательных аппаратов и населения на земле. Для этого требуется разработка и применение передовых систем датчиков, автономных систем управления и программ, а также специальных правил и нормативных актов.

Во-вторых, эффективность и производительность. Стремительный рост технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и дополненная реальность, дает возможность БПЛА выполнять сложные задачи более эффективно и точно. Например, разработка улучшенных датчиков и камер, а также возможность совместной работы нескольких БПЛА могут значительно улучшить качество картографических данных или обеспечить точную мониторинговую информацию.

Третий аспект — масштабируемость и адаптивность. Современные БПЛА имеют разные размеры и характеристики, начиная от маленьких и легких мультикоптеров до больших и дальнего действия беспилотных самолетов. БПЛА должны быть способны адаптироваться к конкретным потребностям и условиям, будь то наблюдение за большими территориями или доставка грузов в городской среде.

Наконец, важным аспектом будущих требований в области БПЛА является их устойчивость и автономность. Большинство современных БПЛА требуют постоянного управления оператором, но разработка способности аппаратов к самостоятельному принятию решений и выполнению задач может открыть новые возможности. Например, создание алгоритмов и моделей, позволяющих БПЛА анализировать ситуацию и принимать решения на основе полученной информации, может улучшить их способность к обнаружению и избеганию препятствий.

В целом, современные и будущие требования и потребности в области БПЛА включают в себя надежность, безопасность, эффективность, производительность, масштабируемость, адаптивность, устойчивость и автономность. Развитие технологий и инноваций в этой области будет продолжаться, открывая новые возможности для коммерческого и военного использования БПЛА.

— Прогнозирование возможных сфер применения БПЛА в будущем

Одной из основных сфер применения БПЛА в будущем будет сфера транспорта и доставки. БПЛА могут использоваться для доставки грузов и почты, а также для пассажирских перевозок на короткие дистанции. Это позволит снизить зави-

симость от традиционных транспортных средств, снизить издержки и повысить эффективность доставки.

Еще одной сферой применения БПЛА будет сельское хозяйство. БПЛА можно использовать для мониторинга посевных угодий, определения уровня увлажнения почвы, обнаружения болезней у растений и проведения оптимального опрыскивания. Это поможет повысить урожайность и эффективность сельскохозяйственных операций.

БПЛА также будут иметь применение в сфере экологии и охраны окружающей среды. Они могут использоваться для мониторинга и контроля за состоянием экосистем, обнаружения загрязнений и изменений климата. Также они могут использоваться для поиска и спасения природных ресурсов в зоне бедствия.

Еще одной возможной сферой применения БПЛА будет область строительства и обслуживания инфраструктуры. Они могут использоваться для инспекции зданий и сооружений, мониторинга строительных работ, а также для поиска и обслуживания повреждений на энергетических и коммуникационных линиях.

Наконец, в будущем БПЛА могут найти применение в сфере развлечений и спорта. Они могут использоваться для проведения аэробатических шоу, а также для съемки видео и фотографий во время экстремальных видов спорта, таких как сноубординг или серфинг.

Это лишь некоторые из возможных сфер применения БПЛА в будущем, и с развитием технологий они могут найти новые области применения.

— Рассмотрение потенциальных выгод и преимуществ от внедрения новых систем и средств комплексов с БПЛА

Внедрение новых систем и средств комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) имеет ряд потенциальных выгод и преимуществ. Ниже приведены некоторые из них:

1. Увеличение безопасности: БПЛА позволяют выполнять задачи, которые сопряжены с высокими рисками для людей, такие как разведка в зоне конфликтов или пожаротушение. Отсутствие пилотов на борту уменьшает риск гибели или травмирования персонала.

2. Сокращение затрат: Использование БПЛА может снизить расходы на обслуживание и эксплуатацию. Беспилотные системы не требуют оплаты заработной платы пилотов, а также могут экономить топливо и другие ресурсы.

3. Повышение эффективности: БПЛА могут работать в непрерывном режиме без необходимости отдыха или смены пилота. Они могут выполнять задачи быстрее и более точно, поскольку не подвержены усталости или эмоциональным факторам. Это особенно заметно в областях, таких как разведка, картография и поисково-спасательные операции.

4. Повышение точности и качества данных: БПЛА оснащены передовыми сенсорами и датчиками, которые способны собирать большое количество информации с высокой точностью. Это позволяет получить более точные данные для различных задач, таких как аэрофотосъемка, мониторинг окружающей среды или анализ состояния инфраструктуры.

5. Улучшение масштабируемости: БПЛА могут быть легко масштабированы, что позволяет выполнять задачи различного

масштаба. Одновременное использование нескольких БПЛА может значительно увеличить производительность и эффективность операций.

6. Расширение возможностей: БПЛА могут использоваться в широком спектре отраслей, включая гражданские и военные. Они могут применяться для выполнения различных задач, таких как мониторинг сельского хозяйства, определение причин пожаров, картографирование местности и многое другое.

Внедрение новых систем и средств комплексов с БПЛА имеет значительный потенциал для повышения эффективности и сокращения затрат в различных областях. Однако, необходимо учитывать проблемы, связанные с регулированием и безопасностью, а также разработать адекватные правила использования и обучение персонала.

Направления улучшения эффективности и функциональности систем и средств комплексов с БПЛА

— Предложение различных путей и подходов к улучшению существующих систем и средств комплексов

1. Развитие автономности: Внедрение новых алгоритмов и технологий, позволяющих БПЛА более самостоятельно принимать решения и выполнять задачи. Для этого можно использовать искусственный интеллект и машинное обучение.

2. Расширение функциональности: Добавление новых модулей и средств обработки информации, позволяющих БПЛА выполнять более сложные задачи. Например, внедрение системы распознавания образов или системы оптической стабилизации изображения.

3. Улучшение связи: Использование новых технологий связи, таких как спутниковые системы передачи данных или сети связи нового поколения, позволяющих передавать больший объем информации на более большие расстояния.

4. Оптимизация систем энергоснабжения: Развитие более эффективных и надежных источников энергии, таких как литий-ионные аккумуляторы или солнечные батареи, что позволит увеличить длительность полета и убрать зависимость от заправки, особенно в отдаленных или труднодоступных районах.

5. Усовершенствование системы управления: Разработка новых пультов управления или программного обеспечения, которые позволят операторам более эффективно управлять БПЛА и выполнять задачи.

6. Интеграция с другими системами: Обеспечение возможности интеграции БПЛА с другими системами (например, морскими или наземными) для выполнения совместных операций и задач.

7. Улучшение навигационной системы: Внедрение новых методов и технологий для улучшения точности навигации БПЛА, что позволит лучше выполнять миссии и сократить риски столкновений.

8. Развитие системы передачи видео: Улучшение передачи видео с БПЛА для повышения качества и достоверности получаемой информации.

9. Развитие системы безопасности: Внедрение новых систем, которые обеспечат защиту от взлома и несанкционированного доступа к БПЛА или его информации.

10. Повышение износоустойчивости: Использование более прочных материалов или дизайна БПЛА, чтобы увеличить

его прочность и устойчивость к различным неблагоприятным условиям эксплуатации.

— Рассмотрение новых технологий, методик и принципов, которые могут повысить эффективность и функциональность БПЛА

1. Усовершенствованные датчики и камеры: Возможность съемки высококачественных изображений и видео является одним из ключевых преимуществ БПЛА. Развитие новых и усовершенствованных камер и датчиков позволяет получать данные более высокого качества, что расширяет возможности использования БПЛА в различных отраслях.

2. Повышение скорости и маневренности: Разработка и использование более эффективных моторов и пропеллеров позволяет БПЛА летать быстрее и более маневренно. Это особенно полезно в сферах, требующих быстрых реакций и мобильности.

3. Улучшенная автономность и автоматизация: Разработка алгоритмов и программного обеспечения, позволяющих БПЛА работать автономно и принимать решения на основе полученных данных. Это позволяет БПЛА выполнять сложные задачи без участия оператора и повышает эффективность и производительность.

4. Дальность и продолжительность полета: Развитие легких и компактных батарей, а также более эффективных систем управления энергией, позволяет БПЛА летать на большие расстояния и дольше времени, что расширяет область применения БПЛА.

5. Беспроводная связь и интернет вещей: Использование беспроводной связи позволяет БПЛА обмениваться данными и командами с оператором или другими устройствами в режиме реального времени. Это также открывает возможности для использования БПЛА в системах интернета вещей и создания сети БПЛА.

6. Улучшенная система навигации и слежения: Разработка и использование усовершенствованных систем GPS и других средств навигации позволяет БПЛА точнее и надежнее определять свое местоположение и следить за движением целей.

В целом, разработка и внедрение новых технологий, методов и принципов способствуют постоянному улучшению эффективности и функциональности БПЛА, что открывает новые возможности для их применения в различных отраслях.

— Обсуждение возможных технических и организационных инноваций для оптимизации работы с комплексами с БПЛА

В работе с комплексами беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) можно внедрить различные технические и организационные инновации для оптимизации процесса работы. Ниже приведены несколько возможных решений:

1. Автопланирование миссий: Разработка автоматической системы планирования миссий для БПЛА, которая позволит оптимизировать маршрут полета, учет ограничений и требований задачи.

2. Автоматическое управление: Внедрение системы автоматического управления для БПЛА, которая позволит оптимизировать полет и выполнение миссий, а также уменьшить возможность ошибок от человеческого фактора. Это также может включать автоматическую посадку и взлет БПЛА.



3. Облачные технологии: Использование облачных технологий для хранения и обработки данных с БПЛА. Это позволит оперативно передавать данные, обеспечивать их безопасность и эффективно использовать алгоритмы обработки данных.

4. Искусственный интеллект: Внедрение искусственного интеллекта для анализа и обработки данных с БПЛА. ИИ может использоваться для распознавания объектов, категоризации данных и принятия решений на основе полученных данных.

5. Раздельная система связи: Использование раздельной системы связи для БПЛА. Это позволит сократить задержки и интерференцию в передаче данных, а также увеличить надежность связи.

6. Автономные сети: Создание автономных сетей, которые позволят БПЛА обмениваться данными, координировать свои действия и работать вместе для выполнения сложных задач.

7. Распределенная обработка данных: Введение системы распределенной обработки данных, где множество БПЛА может обмениваться данными и выполнять вычисления на месте, что позволяет увеличить скорость обработки данных и снизить нагрузку на центральные серверы.

8. Улучшенная батарея: Использование более эффективных и долговечных батарей для БПЛА, чтобы увеличить время полета и рабочие возможности.

Это лишь некоторые возможные технические и организационные инновации для оптимизации работы с комплексами с БПЛА. Каждое из них может иметь свои преимущества и недостатки, и выбор оптимальных решений зависит от конкретных задач и требований.

### Заключение

В целом, развитие БПЛА ведется в нескольких направлениях, таких как увеличение автономности, улучшение систем передачи данных, увеличение дальности полета и продолжительности работы, а также разработка легких и компактных конструкций. В будущем можно ожидать еще большего роста этой области, усиления роли БПЛА в разных сферах деятельности и появления новых передовых технологий.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) становятся все более популярными и широко используются в различных областях, таких как военная, аэрофотограмметрия, агрокультура, геодезия, поиск и спасение, мониторинг окружающей среды и промышленный инспектор.

В последние годы были разработаны новые технологии, методы и принципы, которые могут повысить эффективность и функциональность БПЛА.

### Литература:

1. Маза М., Тена Д. и Рангел Д. (2018). Автономные операции малых БПЛА: обзор. Прикладные науки, 8 (9), 1571.
2. Майкл Н. и Смит Б. (2016). Гражданское применение беспилотных авиационных систем: возможности и вызовы. Журнал самолетов, 53 (6), 1755–1767.
3. Нох Ю. и Ра Ю. (2017). Обзор безопасности беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и мер противодействия. Журнал беспилотных транспортных средств, 5 (2), 107–119.
4. Ролдан Дж., Валеро Э. и Пастор М. (2017). Обзор многороторных летательных аппаратов гражданского назначения: дистанционное зондирование, применение гражданских дронов и технологические проблемы. Дистанционное зондирование, 9(10), 995.
5. Шаббер М., Тапа Б. и Стантик Б. (2019). Применение беспилотных летательных аппаратов: комплексный обзор. Доступ IEEE, 7, 71795–71823.
6. Сюй Х., Чен Ю. и Ян Дж. (2018). Пилотные тренажеры для беспилотных летательных аппаратов: обзор. Международный журнал аэрокосмической техники, 2018, 1–9.

## Особенности применения самолетов радиоэлектронной борьбы

Власов Давид Алексеевич, студент

Научный руководитель: Варламов Александр Сергеевич, кандидат педагогических наук, доцент

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

*В статье рассматриваются особенности назначения и возможности отечественных самолетов радиоэлектронной борьбы, а также их участия на театрах военных действий.*

**Ключевые слова:** радиоэлектронная борьба, радиотехническая разведка, порубщик, радиоэлектронное подавление.

Авиация нашла применение в военной сфере еще со времён Первой мировой войны. В начале XX века появились поршневые самолёты, выполнявшие задачи разведки. Через несколько лет развитие авиации шагнуло вперёд и самолёты несли

на себе вооружение для уничтожения противника. В Великой Отечественной войне начали применяться тяжелые бомбардировщики, истребители, транспортные самолёты. Но с появлением средств радиоэлектронной разведки, выполнять задачи

воздушного боя стало труднее. Холодная война между СССР и США продвинула развитие средств борьбы с постановками помех, а также скрытной воздушной разведки. Обе строили проекты по созданию и подавлению помех, в том числе и с воздуха. В СССР появился первый самолёт для ведения РЭБ и РЭП на базе гражданского авиалайнера Ил-18. Это воздушное судно свыше 50 лет выполняло поставленные задачи и последние модификации дошли до наших дней.

### Назначение самолётов радиоэлектронной борьбы

Самолёт радиоэлектронной борьбы — узкоспециализированный летательный аппарат, предназначенный для подавления средств радиоэлектронной разведки, наведения, прицеливания. Для этого он оснащается различными средствами обнаружения, обработки и анализа, разведывательной аппаратурой разных предназначений, а также другими сложными системами. В составе расчёта такого самолёта помимо лётного экипажа обязательно назначаются операторы РЭБ, РЭП и другие лица.

В СССР и далее в РФ, каждый боевой самолёт в обязательном порядке оснащался минимальными средствами индивидуальной защиты — системой предупреждения об угрозе и аппаратурой радиоэлектронного подавления. Самолёты, предназначенные для ведения боя, сопровождалась узкоспециализированными воздушными судами, оснащенные системами групповой защиты. Как правило, эти летательные аппараты не выполняют ударных функций и предназначены исключительно для своевременного обнаружения угрозы и максимального подавления радиоэлектронных систем подавления противника.

### Предыстория проекта воздушного пункта РЭБ

Одними из первых самолётов РЭБ были сконструированы на базе ракетноносца Ту-16. Для постановки пассивных помех это воздушное судно носило кодовое название Ту-16 «Ёлка» и включало аппаратуру автомата сброса отражателей с пачками полуволновых диполей. Для активных помех использовался Ту-16 «Букет», у которого был организован технический

отсек, с размещённой там мощной широкополосной станцией РЭП «Букет».

Вскоре появился самолёт радиоэлектронной разведки и радиоэлектронной борьбы на базе Ил-18, оснащенный ИК-сканером, — РЛС бокового обзора и другими датчиками — Ил-20. Этот летательный аппарат был создан в 1968 году и использовался для разведки вдоль границы. Он отличался от исходного самолёта меньшим полётным весом, мощными двигателями АИ-20М и различной аппаратурой РЭБ. Ил-20 не поступал на вооружения разведывательных и прочих подразделений, а напрямую замыкался на штаб округа или флота.

Главное правило для такого самолёта — не вызывать подозрений. Самолёт-разведчик должен быть похожим на гражданский авиалайнер. Из соображений сохранности государственной тайны окраску он получил авиакомпания «Аэрофлот», а на носу осталась надпись «Ил18». Только специалисты, получившие секретный доступ, могли знать какое оборудование у самолёта внутри. В свою очередь разведчик включал приборы, позволяющие судить о степени военной активности армий иностранных государств. Сведения об этих машинах сохранялись более тщательно, чем информация о новых боевых самолётах.

### Самолёт Ил-20М — советский самолёт радиоэлектронной борьбы

Самолёт радиотехнической разведки Ил-20М (рис. 1) предназначен для вскрытия радиолокационных средств противника, перехвата переговоров на открытых каналах связи, радиолокационной съёмки местности. Оснащен комплексом радиоэлектронных и оптических средств получения информации. Входят различные бортовые станции класса «Ромб» и «Квадрат», РЛС бокового обзора и оптическая техника.

Сиденья на рабочих местах предназначены для укладки парашютов. В состав экипажа входят командир ВС, его помощник, штурман, бортовой механик, бортовой радист, операторы РЭБ, РЭП и даже лингвист-переводчик. Аппаратура самолёта Ил-20М позволяла получить детальное радиолокационное изображение, которое было близко к аэрофото-



Рис. 1. Самолёт РЭБ — Ил-20М

съемке, но не зависело от метрологических условий. Комплекс имеет хорошие лётно-технические характеристики для самолётов данного класса. Мощность двигателей позволяет производить взлёт на дистанции до 1000м, иметь максимальную скорость до 680 км/ч, а также летать на высоте до 9000м, в то время как иностранные аналоги имели худшие показатели [1].

В настоящее время Ил-20М базируется как в западной части России, так и на Дальнем востоке, что позволяет эффективно использовать самолёт для различных задач. Данный комплекс принимает участие в Сирийской Арабской Республике как над акваторией, так и вблизи с театром боевых действий.

Другая модификация — Ил-20РТ предназначена для отслеживания ракет, как в космических целях, так и в военных. Несмотря на то, что самолёты числились за ВКС, регулярно выполняли задачи ВМФ или РВСН во время испытаний ракет. Комплекс стал самолётным измерительным пунктом (СИП), что позволило фиксировать запуски ракет с воздуха, когда с земли или с моря это было невозможно. Изначально выдавались ограниченные данные по целеуказанию, но со времен информация стала более полной: появилась выдача координат цели через определенные промежутки времени. Очень часто Тихоокеанский и Северный флоты заказывали Ил-20РТ для обслуживания собственных запусков.

На борту установлены приёмные радиотелеметрические станции, станции систем единого времени и другие средства обеспечения СИП. Помимо 5 членов лётного экипажа бортовой комплекс обслуживают 10 операторов. За всю историю было построено 4 самолёта.

#### **Самолёт Ил-22ПП «Порубщик» — комплекс радиотехнической разведки**

Если существуют самолёты радиоэлектронной борьбы, то должны быть и самолёты, способные с ними бороться.

Самолёт Ил-22ПП (рис. 2) предназначен для выявления и подавления современных скрытных и защищённых систем боевого управления на всех театрах боевых действий. Включая РЛС, каналы наведения ЗРК и крылатых ракет, а также АСУ пе-

редачи тактической информации, класса Link-16, внедрённая на таких самолётах иностранных ВВС как B-1B Lancer, F-15E, F-35 Lightning и другие. Другим объектом этого самолёта могут быть и зарубежные системы позиционирования, в том числе используемые странами блока НАТО.

Новый комплекс носит название «Порубщик» и имеет более высокие характеристики по сравнению с предыдущими моделями. Главная способность этой системы стало воздействие лишь на сигналы определённой частоты, не затрагивая другие. Аппаратура может эффективно бороться с самолётами дальнего радиолокационного обнаружения (ДРЛО), систем ПВО, а также с БпЛА. Несколько самолётов Ил-22ПП смогут не только нарушить, но и парализовать работу радиоэлектронных средств вероятного противника в заданном районе. Перед включением систем активных помех, аппаратура «порубщик» сканирует все радиосигналы и находит частоты, на которых работает противник. В то же время, самолёт ничего не излучает — аппаратура работает только в режиме приёма. После обнаружения важных каналов противника, включается «глушилка» и ставятся помехи в нужном диапазоне частот. Постановщик помех изучает их только в нужном направлении, что является важным аспектом при особых обстоятельствах.

Комплекс «Порубщик» может подавлять вражеские РТС на любых платформах. Основное же его назначение — «вырубать» промежуточные станции сетевых систем передачи данных. В этом и заключается их уязвимость. Главной особенностью новой аппаратуры на борту является избирательность по частотам и диаграмме направленности, так как Ил-22ПП будет действовать над территорией своей страны, где он не может быть сбит. Эти системы цифровые и имеют улучшенные характеристики точности измерения и быстродействия. Также исключается возможность воздействовать на аналогичную аппаратуру своих войск, даже если она работает на такой же частоте, что и подавляемая. При этом антенна автоматически отслеживает угловое положение подавляемого объекта относительно своего борта.

Самолёт активно используется при полётах у границ с Украиной, а также в Сирийской Арабской Республике.



Рис. 2. Самолёт РЭП — Ил-22ПП «Порубщик»



### Самолёт Ту-214Р — перспективы развития воздушных пунктов РЭБ и РЭП

Самолёт Ту-214Р — самолёт разведчик предназначенный для ведения радиотехнической (РТР) и оптико-электронной разведки (ОЭР), разработанный в конце 2000-х годов на базе пассажирского Ту-214 для замены устаревших Ил-20. Гражданская модель является эффективным магистральным двухдвигательным самолётом. Двигатели ПС-90А сертифицированы и полностью отвечают международным требованиям по шуму и выбросу вредных веществ в атмосферу. У самолёта Ту-214Р

преобладают такие характеристики как современная аэродинамическая компоновка, совершенная конструкция планера, современный пилотажно-навигационный комплекс (ПНК) и экономичные двигатели.

Самолёт Ту-214Р (рис. 3) оборудован новейшим радиотехническим комплексом с РЛС бокового и кругового обзора, а также оптико-электронной системой высокого разрешения. По состоянию на ноябрь 2023 года 2 борта состоят на вооружении ВВС России. От гражданской модели самолёт-разведчик отличается расположением иллюминаторов на бортах и наличием нескольких новых обтекателей.



Рис. 3. Перспективный самолёт-разведчик Ту-214Р

Радиотехнический комплекс состоит из систем пассивной радиотехнической разведки и перехвата радиоканалов, а также радиолокатора бокового обзора.

Системы РТР позволяют засекать источники излучения до 400км, а собственная РЛС обеспечивает наблюдения за наземной обстановкой в радиусе 200–250км.

Под носовой частью фюзеляжа установлена оптико-электронная станция. В её состав входят дневная и инфракрасная камеры с дистанционным управлением. В благоприятных условиях она позволяет вести наблюдения на расстоянии до десятков километров. Также на борту должны присутствовать системы обработки и выдачи поступающих данных. Самолёт-разведчик может передавать информацию и целеуказания в войсковые системы управления или напрямую ударным средствам.

По сравнению с предшественником Ил-20, у нового самолёта улучшены лётно-технические характеристики. Четыре турбовинтовых двигателя сменились на два турбореактивных, скорость полёта увеличилась до 850 км/ч, высота полёта стала намного выше, а также дальность полёта превысила 6000км [2]. Необходимость различных средств авиационной разведки очевидна, и поэтому принимаются необходимые меры по созданию аппаратуры от подвесных контейнеров до полноразмерных разведывательных авиационных комплексов на базе гражданских самолётов.

У данного воздушного судна отсутствует какое-либо вооружение, но при этом самолёт имеет возможность защитить са-

мого себя. На нём присутствует бортовой комплекс обороны, способный выявлять угрозы и реагировать на них. В зависимости от их характера используются помехи разного рода.

В распоряжении Минобороны России на данный момент используются два самолёта-разведчика и ожидается третий комплекс. Подробности применения ограничены, но известно, что после того как в небе над театром боевых действий появляется Ту-214Р, противнику приходится считать свои потери. В декабре 2012 года, самолёт был замечен над нейтральными водами Японского моря вблизи Китая и Японии. В июне 2015 года Ту-214Р совершал полёты вдоль границы России и Украины. А 15 февраля 2016 года, самолёт-разведчик прибыл на используемый российскими ВВС в Сирийской Арабской Республике аэродром Хмеймим близ Латакии для проведения разведывательных операций.

Планируется дальнейшее развитие в этом направлении. Третий экземпляр

Ту-214Р скоро поднимется в воздух. Также не исключено, что различные комплексы РЭБ и РТР появятся на базе российского самолёта Ил-96. Данный тип воздушного судна имеет улучшенные показатели по скорости и высоте полёта, а также продолжительность нахождения в воздухе увеличивается до 10 часов. Салон самолёта сможет вместить не только операторов комплекса, но и сами системы, что улучшает аэродинамические характеристики. Новейшее бортовое оборудование сокращает лётный экипаж до 2 человек: командир ВС и его помощник.

## Заключение

Вести воздушный бой в условиях активных ил пассивных помех — очень трудно как лётчику, так и офицеру по боевому управлению авиацией. Для этого созданы два направления самолётов для устранения этих проблем. Летательный аппарат РЭБ способствует постановки помех для авиации против-

ника, а самолёт РЭП и РТР обнаруживает зону покрытия и начинает подавлять эти помехи. Для этого необходимо постоянно модернизировать наши самолёты данных назначений. Каждый год у противника появляются новые средства РЭБ, что воздействует на воздушную навигацию при ведении боя. А устранять эти помехи нужно обязательно. Без навигации — нет авиации.

## Литература:

1. Руководство по лётной эксплуатации и полёта самолёта Ил-18: Приказ министра гражданской авиации СССР № 69 от 17.02.1971.
2. Руководство по лётной эксплуатации Ту-214: ОАО Туполев: минтранс России от 25.12.2000.

## Подготовка питьевой воды из маломощных поверхностных водоисточников

Калабаева Азиза Чанчарбековна, студент магистратуры;

Алимова Куляш Кабпасовна, кандидат технических наук, доцент

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

*В данной статье рассматривается анализ трансформации качества воды маломощных водоемов. Приведен анализ эффективности таких известных методов и сооружений безреагентной предподготовки поверхностных вод, и результаты исследований процессов коагулирования и флокулирования маломутных цветных вод.*

**Ключевые слова:** водоем, поверхностные воды, питьевая вода, очистка,

При разработке технологий подготовки вод для питьевых целей за основной период установления качества воды должен приниматься летний, характеризующийся ростом количества водорослей в ней, высокой окисляемостью, запахами и привкусами.

Анализ многолетнего, сезонного и суточного изменения качества воды маломощного нередко подверженного эвтрофикации водоема показывает, что предварительная обработка воды от водорослей, в первую очередь, путем применения комбинации окислителей перед ее коагулированием, должна быть значительно усилена, направлена на стабилизацию качества воды перед основными сооружениями, снятие не-возможности грязевой нагрузки на них — и тем самым, снижение общих эксплуатационных затрат на подготовку питьевой воды.

Повсеместное загрязнение природных водоисточников хозяйственно-питьевого назначения примесями антропогенного и техногенного происхождения, наблюдаемое в последние десятилетия, обуславливается в большей степени поступлением в них более 55 км /год неочищенных и недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод; поверхностного стока с промышленных площадок, селитебных территорий, животноводческих комплексов, мелиоративных сельхозугодий и т.д. [1].

Номенклатура и количество загрязняющих веществ, попадающих в водоисточники, весьма разнообразны и зависят в основном от профиля и объема промышленных и сельскохозяйственных предприятий, расположенных в районе водосбора; эффективности и надежности технологий очистки бытовых и промышленных сточных вод, сбрасываемых в водоисточник.

Основными антропогенными загрязнениями вод маломощных водоисточников являются азотные соединения (азот аммонийный, нитриты и нитраты), поверхностно-активные вещества, пестициды, нефтепродукты, соли тяжелых металлов, фенолы и бактериальные загрязнения. Многие из них обладают кумулятивными свойствами и могут в значительной степени изменять гидрохимический режим водоисточника, ухудшать качество воды по содержанию бактериопланктона, гетеротрофных бактерий и бактерий группы кишечной палочки.

Современные методы борьбы с фитопланктоном непосредственно в водоисточниках основаны также на обработке их вод различными альгицидами, которые воздействуют на водоросли и сдерживают их развитие []. В то же время вода, обрабатываемая альгицидами, опасна для здоровья людей, животных и растений, и непригодна для хозяйственно-питьевых целей. Разлагаясь на дне водоёма, ранее скоагулированные и осевшие водоросли выделяют в воду биогенные вещества, что приводит к ее повторному «цветению».

Для осаждения густых нагонных масс сине-зеленых водорослей в водоемах используют также сернокислый алюминий с большими дозами.

Для извлечения из воды фитопланктона, продуктов его жизнедеятельности и деструкции обычно на действующих водопроводных станциях предусматривается ее предварительная обработка высокими дозами хлора (до 6–10 мг/л) и пропускание воды через микрофильтры с последующим реагентным осаждением и фильтрованием. Однако, предварительное хлорирование воды, разрушая стенки клеток планктона, лишает его

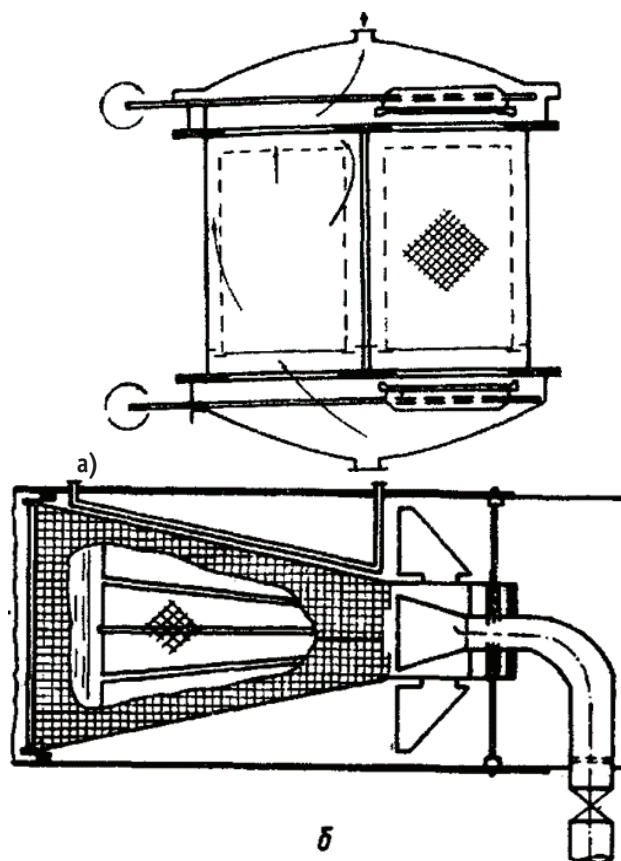


Рис. 1. Сетчатые фильтры с периодической автоматической промывкой сеток:  
а — блочный многосекционный; б — конусная сетка, вмонтированная в напорный трубопровод

плавучести, в то же время приводит к обогащению воды растворенной органикой, ухудшению ее органолептических свойств, образованию в ней большого количества хлорорганических соединений, присутствие которых в питьевой воде жестко регламентировано соответствующими нормативами [2, 3].

При содержании в воде, помимо водорослей, крупнодисперсной взвеси на таком фильтре со временем эффект очистки может возрастать, а его режим работы приближаться к режиму намывного фильтрования, что приводит к возрастанию динамических нагрузок на сетчатое полотно и неконтролируемому проскоку взвеси в фильтрат. Поэтому, применение таких фильтров может быть целесообразным, если режим фильтрования и промывки будет осуществляться в автоматическом режиме с ограничением предельных потерь напора в сетке не более 0,2–0,3 м [5].

На коммунальных водопроводах наиболее распространенным технологическим приемом удаления водорослей из

воды является микрофильтрация через сетки с размером ячеек от 40 x 40 до 60 x 60 мкм.

Последующая после этого реагентная обработка коагулянтами и флокулянтами анализ существующих способов борьбы с планктоном показал, что одним из рациональных и экономически выгодных способов может быть задержание фитопланктона на фильтрах с плавающей загрузкой при фильтровании воды снизу вверх и регенерации загрузки сверху вниз с добавлением, в случае необходимости, небольшого количества реагента  $\text{Cu}_3\text{O}_4$  с повышенными дозами приводит к их перерасходу. [4]

Таким образом, правильно выбранное соотношение типа коагулянта и флокулянта и их доз для обработки цветных маломутных вод данного водоисточника с высокой окисляемостью воды позволяет сократить расход коагулянта до — 40% и снизить концентрацию остаточного алюминия в отстоянной воде. [6]

#### Литература:

1. Говорова, Ж. М. Выбор и оптимизация водоочистных технологий [Текст] / Ж. М. Говорова. — Вологда; М.: Вологодский ГТУ, 2003. — 111 с.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.2280–07 Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315–03; введ. 2003–15–06.
3. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Текст]. — Введ. 2002–01–01. — М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2002–62 с.



4. Мясников, И.Н. Исследование процессов коагуляции и обеззараживания при очистке воды поверхностных источников [Текст] / И.Н. Мясников, В.А. Потанина, З.И. Жолдакова, Т.З. Артемова // Водоснабжение и санитарная техника. — 2003. № 9. — С. 13–15.
5. Жужиков, В.А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий: 4-е изд., перераб. и доп. [Текст] / В.А. Жужиков. — М.: Химия, 1980. — 397 с.
6. <https://www.disscat.com/content/podgotovka-pitevoi-vody-iz-malomoshchnykh-poverkhnostnykh-vodoistochnikov>

## Методы и подходы к проектированию эффективных систем отопления и вентиляции в производственных помещениях

Шапенкова Александра Владимировна, студент магистратуры  
 Научный руководитель: Жилина Татьяна Семеновна, кандидат технических наук, доцент  
 Тюменский индустриальный университет

*В статье автор исследует оптимальные решения для проектирования систем отопления и вентиляции производственных зданий.*

**Ключевые слова:** система отопления, система вентиляции, проектирование, производственные здания.

Повышение качества строительства требует создания условий для высокопроизводительного труда и культуры производства, что неразрывно связано с состоянием воздушной среды на рабочих местах. Основной задачей специалистов в области теплоснабжения является создание в помещениях разного назначения такого микроклимата, при котором обеспечиваются благоприятные условия для технологических процессов и нормальной деятельности человека [1]. Именно эти условия внутренней среды на производстве, в промышленных и гражданских зданиях обеспечиваются с помощью систем отопления, теплоснабжения и вентиляции. Эффективность систем, их технико-экономические характеристики во многом зависят не только от принятых схем, от правильного монтажа, наладки и эксплуатации, но и от правильно выбранной методики проектирования и достоверности проведённых расчётов.

### Особенности проектирования систем отопления и вентиляции производственных зданий

Проектирование системы отопления для промышленных зданий имеет свои особенности, учитывающие специфику этих объектов. Вот некоторые из них:

1. Размеры помещений. Промышленные здания часто имеют большие площади и высоту потолков. Поэтому система отопления должна быть спроектирована таким образом, чтобы эффективно обогревать всю площадь и поддерживать комфортную температуру даже при больших объемах воздуха.
2. Теплотери. Промышленные здания могут иметь несколько видов теплоизоляции по сравнению с обычными зданиями, что приводит к большим теплотериям. Основные теплотери через наружные ограждения, обусловленные разностью температуры внутреннего и наружного воздуха, оказываются меньше фактических теплотерей, т.к. не учитывается ряд факторов, вызывающих дополнительные потери теплоты, исчисляемые в долях от основных теплотерей. К ним

относят: ориентацию помещений по отношению к сторонам света, поступление в помещение наружного воздуха через наружные двери, наличие двух и более наружных стен, высоту помещений, инфильтрацию в помещения наружного воздуха через неплотности строительных конструкций. [4] При проектировании системы отопления необходимо учесть эти потери и предусмотреть соответствующую мощность отопительного оборудования.

3. Системы вентиляции. В промышленных зданиях часто присутствуют системы принудительной вентиляции для удаления отработанного воздуха и продуктов производства и поддержания оптимального состояния воздуха в помещении. При проектировании системы отопления необходимо учесть влияние этих систем на распределение тепла.

4. Конструктивные особенности. Промышленные здания могут иметь специфическую архитектуру и конструктивные особенности, которые могут затруднить прокладку и установку отопительных труб и оборудования. При проектировании систем отопления и вентиляции необходимо учитывать такие особенности и разрабатывать планы, оптимизированные для конкретного объекта.

5. Безопасность. В промышленных зданиях могут присутствовать опасные материалы, продукты или процессы, требующие соответствующих мер безопасности. При проектировании систем отопления и вентиляции необходимо учесть эти факторы и выбрать оборудование и материалы, которые не представляют угрозу для безопасности персонала и имущества.

6. Надежность и доступность. Промышленные здания зачастую работают круглосуточно и требуют непрерывной работы систем отопления и вентиляции. Поэтому при проектировании необходимо обеспечить надежность и доступность систем, предусмотреть резервные и аварийные источники тепла и разработать планы обслуживания и ремонта.

7. Энергоэффективность. при проектировании системы отопления и вентиляции необходимо обеспечить макси-

мальную энергоэффективность, чтобы минимизировать затраты на энергию и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

### **Основные методы и подходы к проектированию систем отопления и вентиляции производственных зданий**

В начале проектирования необходимо провести детальный анализ требований к системе отопления и вентиляции, а также изучить особенности конкретных производственных помещений. Это может включать оценку теплопотерь, анализ областей повышенной влажности или опасности взрыва, а также исследование особенностей производственных процессов.

После анализа требований и особенностей помещений можно переходить к выбору оптимальной системы отопления. В этом случае следует учитывать факторы, такие как тип топлива, доступность источников тепла, энергоэффективность и экологическая безопасность. Например, в больших производственных помещениях широко применяются системы центрального отопления, которые обеспечивают комфортный температурный режим внутри помещения. Среди наиболее распространенных способов обогрева таких помещений можно выделить использование котлов, работающих на газе или топливе сжиженного пропана. Эти системы не только обеспечивают устойчивую и равномерную теплоотдачу, но также позволяют эффективно и экономично обогревать большие площади. Кроме того, котлы на газе или топливе сжиженного пропана имеют высокую степень автоматизации и могут быть легко интегрированы в общую систему управления отоплением помещений [5]. Такие системы позволяют предприятиям снизить теплозатраты и обеспечить комфортные условия труда для сотрудников на протяжении всего рабочего дня. Также газ и сжиженный пропан являются экологически чистыми топливами, что делает использование этих систем еще более привлекательным с точки зрения экологии.

Если говорить о газо- и нефтехимической промышленности, то безопасность является приоритетным вопросом. При выборе системы отопления и вентиляции необходимо учитывать требования по предотвращению взрывов, детектированию утечек газа или нефти и эффективной эвакуации.

В производственном цехе часто требуется поддерживать определенную температуру для обеспечения нормального функционирования оборудования и защиты работников. В зависимости от климатических условий и требований процесса, могут использоваться различные системы отопления, такие как паровое отопление, горячая вода и электрическое отопление. Паровое отопление является одним из самых распространенных методов отопления в промышленности. Оно основано на использовании пара, который генерируется посредством нагрева воды до высоких температур. Пар затем распределяется по зданию с помощью трубопроводов и радиаторов, обеспечивая эффективное отопление [3]. Паровое отопление обычно используется в больших зданиях, таких как заводы и больницы, где требуется большой объем тепла.

Горячая водная система отопления также является популярным выбором для коммерческих зданий. Она основана

на нагреве воды и циркуляции через радиаторы или тепловые насосы. Горячая водная система отопления обычно более эффективна по сравнению с паровым отоплением, так как термическая энергия воды может быть легче регулируема и распределяется равномерно по зданию [4].

Еще одним вариантом является электрическое отопление, которое использует электроэнергию для нагрева помещений. Оно представляет собой более простую и удобную систему, не требующую наличия отдельного источника тепла, такого как котел или тепловая станция. Однако, стоимость использования электричества для отопления может быть дороже по сравнению с другими системами, и электрическое отопление не всегда эффективно в холодных климатических условиях.

Комбинированные системы также могут быть рассмотрены для обеспечения оптимального отопления и энергосбережения. Независимо от выбранной системы, необходимо обеспечить ее регулярное обслуживание и проверку, чтобы гарантировать эффективное функционирование и экономию энергии.

Оптимальная система отопления и вентиляции должна быть энергоэффективной, чтобы уменьшить затраты на энергию и снизить вредные выбросы. Можно использовать системы с регулируемым контуром отопления, усовершенствованное управление системой и возможность использования возобновляемых источников энергии.

При выборе системы отопления и вентиляции важно учитывать доступность запасных частей, уровень поддержки поставщиков и возможность проведения обслуживания и ремонта без повреждения процесса производства.

Правильный расчет теплопотерь помещений является важной частью проектирования системы отопления. Это включает оценку теплопотерь через стены, окна, потолки и полы, а также учет теплопотерь от производственного оборудования и процессов. На основе этих данных можно определить необходимую мощность системы отопления. Определение необходимой мощности системы отопления является важным этапом проектирования и позволяет точно подобрать оборудование [1].

Помимо отопления, важным аспектом проектирования производственных помещений является правильное проектирование вентиляционной системы. Оно включает расчет приточной и вытяжной вентиляции для обеспечения достаточного поступления свежего воздуха и снижения концентрации вредных веществ в воздухе [2].

Работа сырьевой базы требует хорошей вентиляции, чтобы предотвратить накопление вредных газов и паров. Необходимо учитывать требования по объему воздухообмена и фильтрованию воздуха для обеспечения чистоты и безопасности воздуха внутри здания. Стандарты и нормативы строго регламентируют минимальное количество воздухообмена в зависимости от типа деятельности, количества сотрудников и площади помещений. Кроме того, к системам вентиляции и кондиционирования воздуха предъявляются требования по эффективности и надежности, чтобы обеспечить постоянное снабжение свежим и чистым воздухом.

Вместе с тем, фильтрация воздуха является неотъемлемой частью системы обработки воздуха в промышленном здании.

Фильтры осуществляют улавливание вредных частиц, таких как пыль, дым, химические испарения и микроорганизмы.

Для достижения высокой степени безопасности и чистоты воздуха в промышленных помещениях необходимо учитывать множество факторов, включая размеры помещений, объем работ, количество сотрудников и тип используемых материалов. Подходящие системы вентиляции и фильтрации воздуха играют существенную роль в обеспечении здоровья и безопасности рабочих, а также в предотвращении возможных аварий и загрязнений окружающей среды [6].

Для повышения энергоэффективности систем отопления и вентиляции в производственных помещениях можно использовать различные технологии и методы. Например, можно применять системы рекуперации тепла — инновационное решение в области энергосбережения, позволяющее эффективно использовать отработанный воздух. Они осуществляют процесс регенерации

тепла, который в противном случае ушел бы в атмосферу. Результатом этого процесса является предварительный нагрев поступающего воздуха, что позволяет значительно снизить потребление энергии при отоплении или кондиционировании воздуха [5].

Также возможно использование автоматизации и контроля, чтобы оптимизировать работу системы по поддержанию необходимых параметров температуры и вентиляции.

В заключение, проектирование эффективных систем отопления и вентиляции в производственных помещениях требует комплексного подхода и учета множества факторов. Оптимальный выбор системы отопления, правильный расчет теплопотерь и проектирование вентиляционной системы, а также применение энергоэффективных технологий позволяют обеспечить комфортные условия работы и повысить производительность, что является ключевым фактором успеха производственных предприятий.

#### Литература:

1. Балашов, А. А. Проектирование систем отопления и вентиляции гражданских зданий: учебное пособие / А. А. Балашов, Н. Ю. Полунина. — Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. — 88 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2. Под ред. Н. Н. Павлова и Ю. И. Шиллера. — М.: Стройиздат, 1992.
3. Крупнов, Б. А. Руководство по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / Б. А. Крупнов, Н. С. Шарафудинов. — Москва — Вена, 2008. — 220 с.
4. Сканави, А. Н. Отопление: учебник для студентов вузов / А. Н. Сканави, Л. М. Махов. — М.: Изд-во АСВ, 2002. — 576 с.
5. Ерёмкин, А. И. Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Ерёмкин, Т. И. Королева. — М.: Изд-во АСВ, 2000. — 368 с.
6. Проектирование промышленной вентиляции: Справочник/ Торговников Б. М., Табачник В. Е. и др. — Киев, «Будівельник», 1983.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Перспективы 3D-печати бетона в строительстве

Москаев Иван Дмитриевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Давыдова Ольга Викторовна, кандидат педагогических наук, доцент  
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

*Статья представляет обзор развития и применения 3D-бетона в современном строительстве. В статье также рассматриваются преимущества и перспективы применения 3D-бетона.*

*Преимущества включают быструю и эффективную конструкцию, гибкость в дизайне и уникальные возможности для создания индивидуальных и специализированных элементов.*

*Кроме того, статья освещает вызовы и ограничения, связанные с применением 3D-бетона, такие как ограничения размеров и сложность материала.*

**Ключевые слова:** 3D-бетон, преимущества, недостатки, технология.

3D-бетон — это инновационный строительный материал, который позволяет создавать сложные и высокофункциональные конструкции с помощью трехмерной печати.

Технология 3D-печати бетона является современным подходом к строительству, который позволяет создавать сложные конструкции и элементы из бетона с помощью специализированных 3D-принтеров. Вместо традиционного метода строительства с применением опалубки и ручного заливания бетона, 3D-печать бетона использует роботизированные системы, оснащенные экструдерами для нанесения слоев бетона.

Преимущества 3D-печати бетона в строительстве:

Сокращение времени и затрат. 3D-печать бетона может существенно сократить время строительства и уменьшить затраты на трудовые ресурсы, так как процесс автоматизирован и не требует большого количества рабочих.

Гибкость в дизайне и архитектуре. Технология позволяет создавать сложные и инновационные формы, которые традиционные методы строительства могут ограничивать. Это открывает новые возможности для архитектурного дизайна.

Усиленная конструкция. 3D-печать бетона позволяет создавать структуры с высокой прочностью и точностью, благодаря строго контролируемому процессу печати и использованию подходящих материалов.

Улучшенная энергоэффективность. Технология 3D-печати бетона может использовать оптимальные формы и геометрию, что способствует экономии энергии на отопление и охлаждение зданий.

Однако, несмотря на многообещающий потенциал, 3D-печать бетона все еще находится на стадии развития и не

является широко распространенной методологией в строительстве. В дополнение к этому, существуют технические и регуляторные вызовы, связанные с качеством и стандартизацией материалов, а также с адаптацией нормативных норм и правил для 3D-печати бетона. Также могут возникать технические трудности, связанные с качеством печатаемых объектов, контролем качества материалов и стойкостью создаваемых конструкций к внешним воздействиям.

На данный момент перспективными направлениями является возведение малоэтажных зданий, а также создание малых архитектурных форм (МАФ). Преимущества 3D-печати бетоном для создания МАФ включают быстрое и точное изготовление, возможность создания сложных геометрических форм, экономию материалов и возможность индивидуального заказа. Однако, стоит отметить, что для успешной реализации проекта требуется опыт и знания в области 3D-печати бетоном, а также доступ к специализированному оборудованию.

Процесс 3D-печати бетоном обычно включает в себя следующие шаги:

Создание модели: Сначала необходимо создать трехмерную модель объекта, который вы хотите распечатать. Это можно сделать с помощью специализированных программных инструментов для моделирования или с помощью сканирования существующего объекта.

Подготовка модели: Затем модель обрабатывается и подготавливается для печати. Это включает выполнение операций, таких как масштабирование, разделение объекта на слои и добавление опорных структур для поддержки печатаемых элементов.

**Настройка принтера:** Однажды подготовленная модель передается в 3D-принтер, который оснащен специальной головкой для работы с бетоном. Важно правильно настроить принтер, чтобы достичь требуемого качества и точности печати.

**Печать:** Процесс печати бетона основан на нанесении слоями материала на платформу. Принтер перемещается вдоль предварительно определенного пути, откладывая бетонный материал в слое за слоем, пока не будет создан весь объект.

**Постобработка:** После завершения печати объекта требуется постобработка, чтобы удалить опорные структуры, исправить потенциальные дефекты печати и придать объекту желаемый внешний вид. Также могут быть проведены дополнительные работы, такие как нанесение защитных покрытий или отделка поверхности.

### Основные проблемы 3D-печати

**Ограниченные возможности материалов:** В настоящее время большинство 3D-печатных строительных процессов используют цементно-подобные материалы. Эти материалы могут быть довольно прочными, но ограничены своей способностью адаптироваться к различным строительным задачам. Пока не было разработано достаточное количество универсальных строительных материалов, применение 3D-печати ограничено в строительной отрасли.

**Сложности в масштабировании:** Хотя 3D-печать позволяет эффективно строить небольшие объекты, масштабиро-

вание процесса на более крупные строения является сложной задачей. Существуют ограничения в размере печатного оборудования, а также сложности в управлении большими объемами материала и координации работы различных печатных роботов.

**Проектирование и сертификация:** Стандарты и нормативы в строительной отрасли предъявляют строгие требования к качеству и безопасности строительства. Внедрение новых технологий, включая 3D-печать, требует доработки и модификации существующих нормативов и подходов к проектированию. Также необходимо пройти процедуру сертификации, чтобы обеспечить соответствие 3D-печатных строительных конструкций требованиям безопасности и прочности.

**Стоимость:** В настоящее время 3D-печать в строительстве обычно требует значительных инвестиций в специальное оборудование, обучение персонала и исследования. Это создает значительные барьеры для широкого применения технологии в строительной отрасли.

### Вывод

Несмотря на эти проблемы, 3D-печать в строительстве имеет потенциал для существенного изменения способа, которым мы строим здания и инфраструктуру. С развитием технологий и дальнейшим исследованием можно ожидать преодоления многих из этих проблем и расширение области применения 3D-печати в строительстве.

### Литература:

1. 3D printable concrete without chemical admixtures: Fresh and hardened properties Vaibhav Vinod Ingle, Senthil Kumar Kaliyavaradhan, P.S. Ambily, Deepadharshan Shekar First published: 18 September 2023 <https://doi.org/10.1002/suco.202300267>
2. Применение 3d-печати в строительстве и перспективы ее развития © Д. А. Лунева, Е. О. Кожевникова, С. В. Калошина Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия — 2017
3. 3D-печать в строительстве Н. И. Ватин 1, Л. И. Чумадова 2, И. С. Гончаров 3, В. В. Зыкова 4\*, А. Н. Карпеня 5, А. А. Ким 6, Е. А. Финашенков 7 1–7 Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
4. A discrete lattice model for assessment of buildability performance of 3D-printed concrete Ze Chang, Yading Xu, Yu Chen, Yidong Gan, Erik Schlangen, Branko Šavija First published: 05 May 2021
5. Current challenges and future potential of 3D concrete printing Aktuelle Herausforderungen und Zukunftspotenziale des 3D-Druckens bei Beton B. Panda, Y. W. D. Tay, S. C. Paul, M. J. Tan First published: 30 May 2018
6. 3D Printing in Concrete: General Considerations and Technologies Arnaud Perrot, Sofiane Amziane Book Editor(s): Arnaud Perrot First published: 08 April 2019

## Влияние частичного или полного отсутствия сцепления арматуры с бетоном на образование трещин в конструкциях

Рыжикова Наталия Валериевна, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В данной статье рассматриваются вопросы влияния параметров сцепления стержневой арматуры с бетоном на образование трещин в железобетонных элементах.*

**Ключевые слова:** железобетон, арматура, стержневая арматура, сцепление арматуры с бетоном, трещиностойкость.



## The influence of partial or complete lack of adhesion between reinforcement and concrete on the formation of cracks in structures

*This article discusses the influence of the coupling parameters of rod reinforcement with concrete on the formation of cracks in reinforced concrete elements.*

**Keywords:** reinforced concrete, reinforcement, core reinforcement, reinforcement coupling with concrete.

### Введение

В процессе производства и эксплуатации в железобетонных конструкциях часто возникают дефекты, обусловленные различными факторами. Важной проблемой является нарушение сцепления арматуры с бетоном, что, по разным данным, составляет до 35% всех поврежденных конструкций.

К основным причинам нарушения сцепления относятся некачественные работы при укладке бетона, коррозия арматуры, повреждение защитного слоя, температурные воздействия, влияющие на структуру бетона.

Ремонт таких повреждений является сложной и не всегда осуществимой задачей, поэтому крайне важно точно оценить работоспособность конструкций с нарушением адгезии, учитывая как вторую, так и первую группу предельных состояний.

Расположение и размеры участков с нарушением сцепления влияют на напряженно-деформированное состояние железобетонных элементов и развитие трещин.

### Обзор экспериментальных данных

Проблеме исследования образования посвящены многие исследования, например в работе [1] исследовалось влияние суточных условий эксплуатации Норильского горно-металлургического комбината на состояние монолитных железобетонных балок. В исследовании [2] основное внимание уделялось коррозионным повреждениям этих конструкций.

В результате исследований был получен ряд экспериментальных данных, который говорит об изменении НДС при различных вариантах потери сцепления арматуры с бетоном.

На примере данного исследования видно, что нарушение сцепления арматуры и бетона вызывает перераспределение деформаций к компонентам элемента и, как следствие, ведет к образованию дополнительных трещин.

Обширные исследования, проведенные в ДальНИИС под руководством Г.М. Спрыгина [3–6]. Исследования показали, что основные отличия в работе ЖБ элементов со сцеплением бетона с арматурой и без него проявляются после образования трещин. Однако, в элементах с нарушением сцепления наблюдается уменьшение момента образования трещин.

При прочих равных условиях в элементах с нарушенным сцеплением арматуры с бетоном над образовавшейся трещиной происходит увеличение деформаций сжатого бетона. Таким образом увеличивается прогиб рассматриваемого элемента.

Широкие испытания были проведены на базе ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университета» [7], было испытано 22 образцы в виде балок с различными зонами нарушения сцепления арматуры и бетона. Тип нагружения — четырехточечный изгиб.

В ходе испытаний был установлен характер возникновения и нарастания трещин, а также момент трещинообразования. Ниже представлены принципиальные схемы нарушения связи между бетоном и арматурой и характер развития трещин.

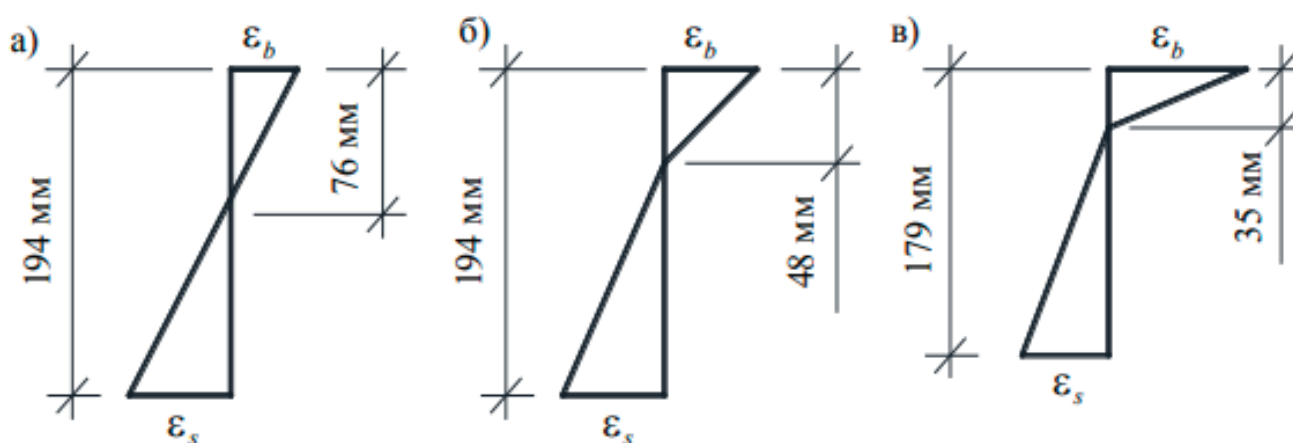


Рис. 1. Распределение деформаций по высоте сечения при различных случаях разрушения растянутого бетона:  
а) бетон растянутой зоны не разрушен, б) бетон разрушен до обнажения арматуры на половину периметра,  
в) бетон разрушен до обнажения арматуры по всему периметру [2]

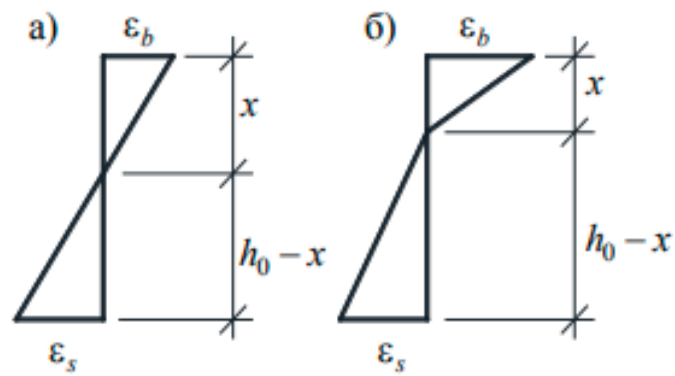


Рис. 2. Схема распределения деформаций в сечении с трещиной [6] а) для элементов с обеспеченным сцеплением, б) для элементов с нарушенным сцеплением



Рис. 3. Испытательная установка

Шифр серии образцов	Схема расположения участков нарушенного сцепления	Длина участка нарушенного сцепления, см	Процент армир., (μ), %	Кол-во образцов в серии
1-14		0	1,17	2
1-18			1,93	2
2-14		240	1,17	3
2-18			1,93	3
3-14		80	1,17	3
3-18			1,93	3
4-14		160	1,17	3
4-18			1,93	3

Рис. 4. Схемы испытанных образцов

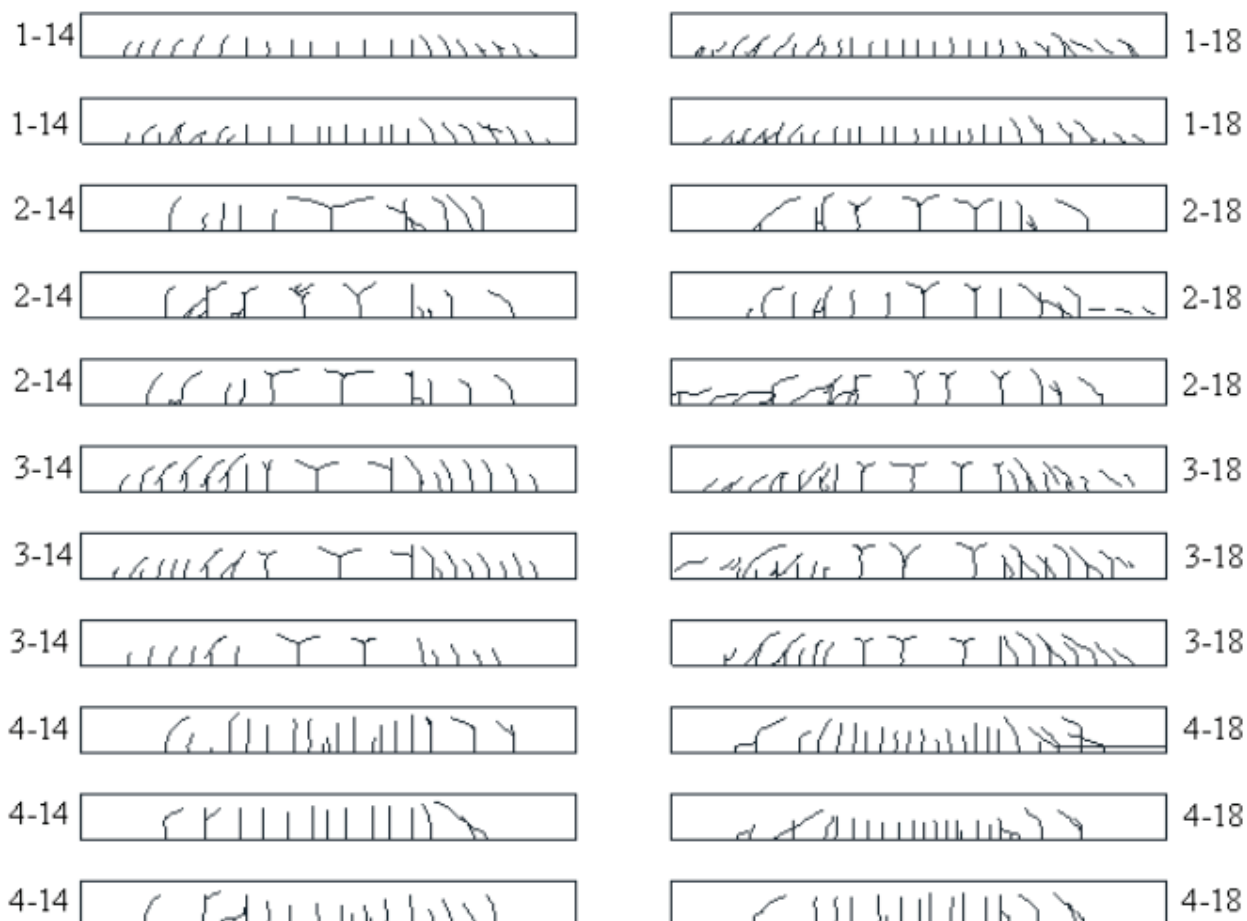


Рис. 5. Схемы развития трещин

## Выводы

Рассмотренные примеры доказывают, что в результате отсутствия сцепления арматуры с бетоном увеличивается средняя ширина раскрытия трещин в изгибаемых элементах.

Для изгибаемых элементов с нарушенным сцеплением арматуры с бетоном характерно ветвление нормальных трещин в зоне чистого изгиба.

## Литература:

1. Сетков В. Ю., Шибанова И. С., Шумилкин Ю. А., Захаров В. З. Долговечность железобетонных балок перекрытий промышленных зданий и 149 сооружений предприятий Норильского горно-металлургического комбината // Изв. вузов. Сер. Строительство и архитектура. — 1984. — № 12. — С. 1–4
2. Сетков В. Ю., Шибанова И. С., Шумилкин Ю. А., Рысева О. П. Изменение прочности и деформативности железобетонных балок и плит при разрушении бетона в растянутой зоне сечения // Изв. вузов. Сер. Строительство и архитектура. — 1987. — № 8. — С. 6–10
3. Спрыгин Г. М. Исследование предварительно-напряженных конструкций при частичном и полном отсутствии сцепления арматуры с бетоном. — В кн. Материалы VII конгресса ФИП. Лондон-Москва, 1978, с. 5–14
4. Спрыгин Г. М., Вайсфельд А. А. Исследование конструкций усиления строительных ферм на моделях. — В кн.: Облегченные конструкции из местных материалов: Сб. науч. тр. / Дальневост. политехн. ин-т. Владивосток, 1975, т. 104 с. 50–54.
5. Спрыгин Г. М., Вайсфельд А. А., Экспериментальные исследования железобетонных изгибаемых конструкций с арматурой имеющей частичное или полное нарушенное сцепление с бетоном. — В кн.: Исследование облегченных железобетонных конструкций на пористых заполнителях Дальнего Востока: Сб. науч. тр. / Хабар. политехн. ин-т. Хабаровск, 1975, с. 49–58.
6. Спрыгин Г. М., Решетарь Ю. Г. Деформативность изгибаемых элементов при частичном отсутствии сцепления арматуры с бетоном // Бетон и железобетон. — 1983. — № 4. — с. 12–14.
7. Экспериментальные исследования образования и развития трещин в железобетонных балках с участками нарушенного сцепления арматуры с бетоном — Современные проблемы науки и образования (сетевое издание) (science-education.ru)

## Градостроительное преобразование постиндустриальных территорий Советского района Волгограда методом ландшафтного восстановления

Сулименко Владимир Дмитриевич, студент

Научный руководитель: Скрыбин Павел Владимирович, кандидат архитектуры, доцент  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В данной научной работе исследуются промышленные территории Волгограда. Проанализирован мировой опыт и выявлены основные направления развития бывших промышленных территорий на примере завода Петрова в Советском районе, а также была составлена модель градостроительного преобразования данной территории путем восстановления исторического рельефа.*

**Ключевые слова:** городская среда, первоначальное назначение, исторический рельеф, ландшафтное восстановление рельефа, постиндустриальная территория Волгограда, восстановление, модель.

Актуальность состоит в отсутствии современного образа города, что выражается в ряде вопросов:

- Нет целеполагания в развитии города Волгограда в современных социально-экономических условиях,
- Нет модели будущего развития городских территорий при отсутствии градообразующих предприятий,
- Необходим поиск направлений развития градообразующей базы на городских территориях Волгограда

**Проблема исследования.** Пришедшие в запустение постиндустриальные территории Волгограда являются выгодно расположенными участками и представляют собой интерес для социально-экономического развития города.

Одновременно у города нет видения дальнейшего градостроительного развития и целевых установок, направленных на преобразование этих территорий.

**Цель** — найти оптимальный метод градостроительного преобразования постиндустриальных территорий Волгограда в суверенных социально-экономических условиях.

### Задачи:

- Проанализировать постиндустриальные территории Волгограда.
- Анализ известных подходов в мировой и отечественной градостроительной практике к преобразованию постиндустриальных территорий;

— Разработка модели ландшафтного восстановления постиндустриальных территорий Волгограда для сбалансированного градостроительного развития.

### Методы исследования

для решения первой задачи автором выбран метод факторной оценки

для решения второй задачи выбран метод критериев.

в решении третьей задачи применён урболандшафтный или средовой подход.

### Полученные результаты и их оценка

**В результате решения первой задачи** (анализ городских территорий Волгограда)

В результате решения первой задачи с применением метода факторной оценки было выявлено, что в 7 из 8 административных районов, вдоль береговой линии на верхних площадках речных водоразделов располагается крупное промышленное предприятие, которое в свое время обеспечивало работай жителей района. Но на сегодняшний день только один завод продолжает свою работу в Красноармейском районе.

В итоге этого, автором разработана модель урболандшафтного строения городских территорий Волгограда, которая объясняет взаимосвязь между геоландшафтным строением и размещением застройки.

Каждый район города Волгограда исторически располагался на верхних площадках речных водоразделов, и являются обособленными друг от друга благодаря рекам и поймам, которые в свою очередь образовали геоландшафт. Вдоль всего города параллельно реке Волга расположились 4 рокадных дороги, одна из которых находится в пойме реки Волга и является на сегодняшний день активно развивающиеся.

Между 0-й и 1-й рокадной на верхней площадке каждого района расположены одно или несколько промышленных предприятий, но на сегодняшний день они в запустении, и в большей части города жители районов не имеют прямого доступа к водной артерии. За 1-й рокадной уже расположилась общественно-деловая и жилая застройка.

**В результате решения второй задачи** определено, что для градостроительного развития постиндустриальных территорий Волгограда необходимо их ландшафтное восстановление. Данный результат основан на анализе зарубежного и отечественного опыта.

Для изучения архитектурно-градостроительных концепций реорганизации постиндустриальной территории были выбраны 10 объектов. В основном рассматриваются европейские объекты. Выбранные объекты были классифицированы на основе нескольких признаков. Основное разделение производится на основе социально-функциональных признаков и включает две группы: объекты с историческим наследием и функцией, связанной с их первоначальным назначением, и объекты с историческим наследием, но новой функцией, не связанной с первоначальным назначением.

1) В первую группу входят музейные пространства и общественные пространства на действующих исторических промышленных предприятиях.

2) Во вторую группу входят творческие кластеры, пространства с выделенной общественной функцией, общественные пространства в рефункционализированных производственных комплексах, многофункциональные структуры и общественные пространства, являющиеся частью городской среды.

В первую группу «Исторический объект и функция, связанная с первоначальным назначением» вошли 2 типа общественных пространств:

1А. Музейные пространства (например, Музей Айронбридж в Великобритании).

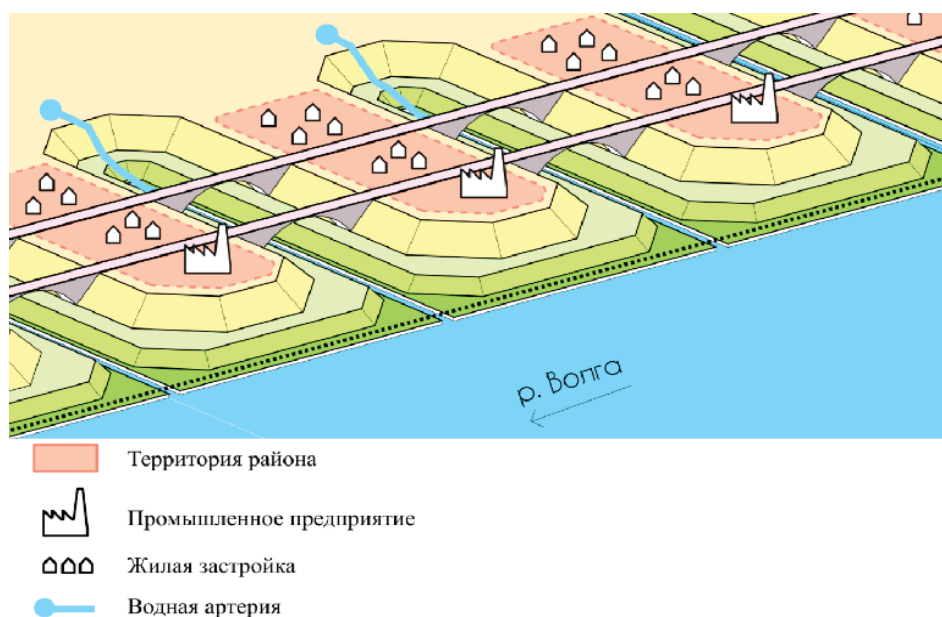


Рис. 1. Урболандшафтные структуры



1Б. Общественные пространства на действующих исторических промышленных предприятиях (например, шоколадная фабрика Cadbury в Великобритании).

Во вторую группу «Исторический объект и новая функция (не связанная с первоначальным назначением)» вошли 6 типов общественных пространств:

2А. Творческие кластеры («культурные фабрики») (например, «Красный Октябрь» в Москве).

2Б. Общественные пространства в рефункционализированных производственных комплексах (с минимальным или отсутствующим социальным компонентом, преобладает утилитарное использование) (например, БЦ «Лефортово» в Москве).

2В. Общественные пространства в многофункциональных структурах (например, БЦ «Большевик» в едином комплексе с Музеем русского импрессионизма, апартаментами в Москве).

2Г. Пространства с выделенной общественной функцией (приоритетным функциональным направлением) (например, выставочный комплекс Fondazione Prada в Милане).

2Д. Общественные пространства как часть городской среды (например, комплекс «Севкабель Порт» с открытой городской набережной, системой внутренних площадей в Санкт-Петербурге).

2Е. Общественные пространства с активным ландшафтным компонентом (рекреационные, развлекательные парки) (например, Gas Works Park в Сиэтле)

Детально был проанализирован опыт социализации крупных промышленных районов, в частности программы развития HafenCity в Гамбурге, территории Porto Antico и набережной Леванте в Генуе, и проекта Euroméditerranée в Марселе. Эти проекты представляют собой комплексные преобра-

зования больших промышленных районов (площадью более 100 га) с целью развития новой социальной активности.

В рамках этих проектов был обнаружен следующий процент общественных пространств на базе объектов промышленного наследия в границах преобразованных районов: 18% в Гамбурге, 5% в Марселе и 20% в Генуе, в среднем составляет 14%. В этих проектах также было отмечено сочетание нескольких типов общественных пространств.

Установлена закономерность влияния основных факторов, определяющих положительные результаты формирования общественных пространств в контексте реновации крупных промышленных районов. Эти факторы включают частичное восстановление исторического ландшафта, сохранение особенностей места, общедоступность, интеграцию с системой общественных пространств, многофункциональность, разработку законченной идеи-концепции, а также системное регулирование, включая участие городских властей и создание организации, отвечающей за управление процессом реновации.

Также значительную роль в преобразовании деградирующих территорий играет частичное восстановление исторического рельефа, который был утрачен в результате деятельности предприятия. Промышленные предприятия и инфраструктурные разработки часто ведут к разрушению и искажению природного и культурного ландшафта. Это может включать добычу ресурсов, нарушение природных экосистем, изменение речных русел и ландшафтов, осушение болот и заболачивание водных бассейнов.

**Результатом решения третьей задачи является модель ландшафтного восстановления применительно к выбранной в качестве примера территории Волгограда, завод Петрова.**

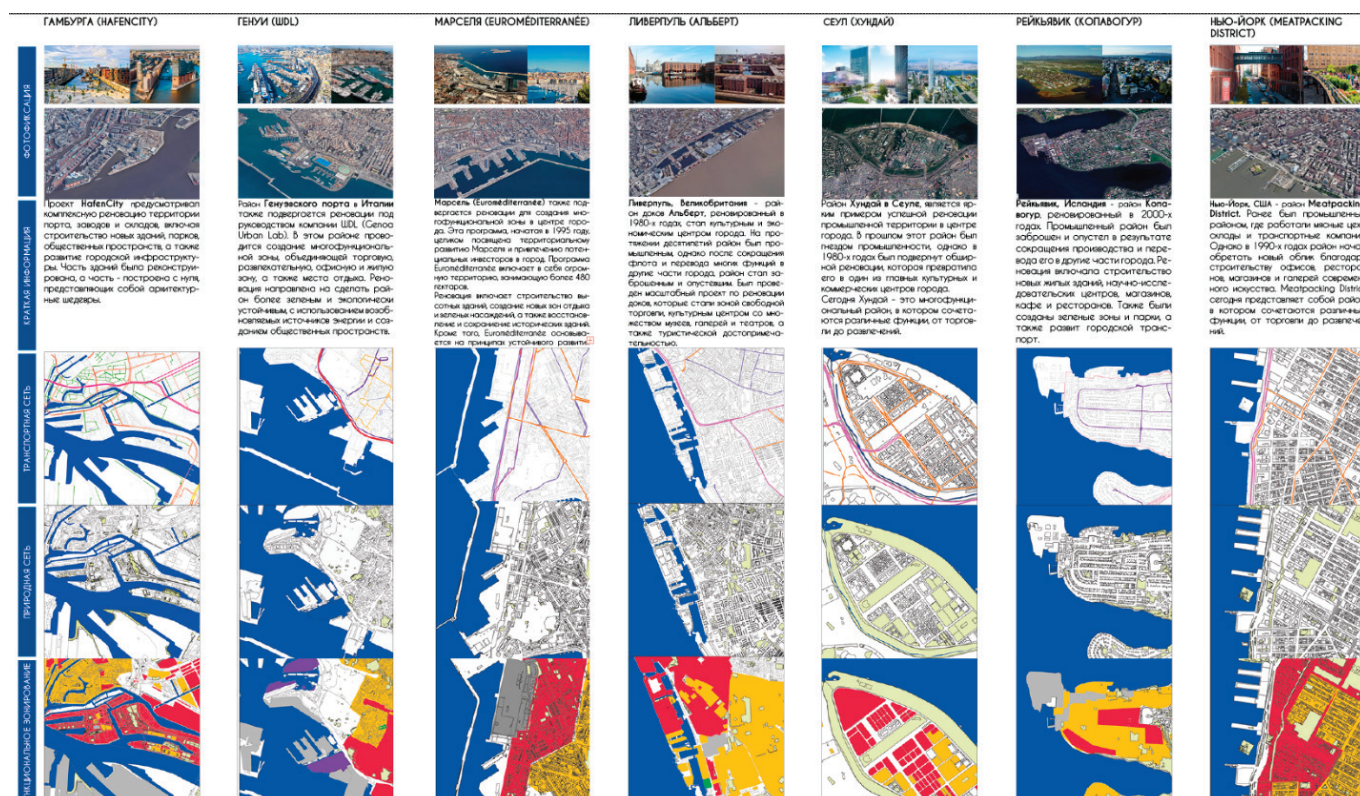


Рис. 2. Градостроительный анализ мирового опыта

Ландшафтное восстановление рельефа является важным инструментом для восстановления нарушенных участков и возвращения им природного равновесия. В данной научной работе мы рассмотрим модель ландшафтного восстановления рельефа, ее принципы и методы применения.

Модель ландшафтного восстановления рельефа представляет собой систему предложений и действий, разработанную для восстановления разрушенных или деградированных участков ландшафта. Данная модель основана на принципах сохранения и восстановления естественных процессов, адаптации к местным условиям и долгосрочной устойчивости.

Разработанную модель можно поделить условно на три этапа:

1. *Ландшафт и озеленение* — Восстановление исторического рельефа является эффективным подходом к созданию устойчивой и здоровой городской среды. Оно позволяет вернуть рекам и потокам их естественный путь, а также увеличит привлекательность района. Создание новых зеленых коридоров является еще одним способом улучшения городской среды и сохранения экологического баланса.

2. *Транспортная сеть* — Создание поперечной транспортной сети вдоль поймы реки может значительно повы-

сить удобство и скорость передвижения в городской среде, а также способствовать развитию городской инфраструктуры и транспортной доступности. Это может включать в себя создание мостов, подъездов и новых дорог. Создание поперечной транспортной сети также может стимулировать развитие новых районов вдоль реки и улучшить доступность центров города.

3. *Ткань застройки* — Снос ветхих зданий и зданий не несущую архитектурную ценность может оказать положительное влияние на городскую среду, снос таких зданий может также создать новое пространство для развития городской инфраструктуры, восстановление фасада улицы вдоль главной дороги и со стороны реки может способствовать сохранению исторической и культурной ценности города, а также создать привлекательного визуального образ для горожан. (рис. 1)

Значимость полученных результатов для градостроительной науки состоит в развитии новых подходов к выявлению и формированию структуры деградирующих городских территорий; в формулировании основных принципов, лежащих в основе структурно-планировочных преобразований и построении модели градостроительной реновации путем

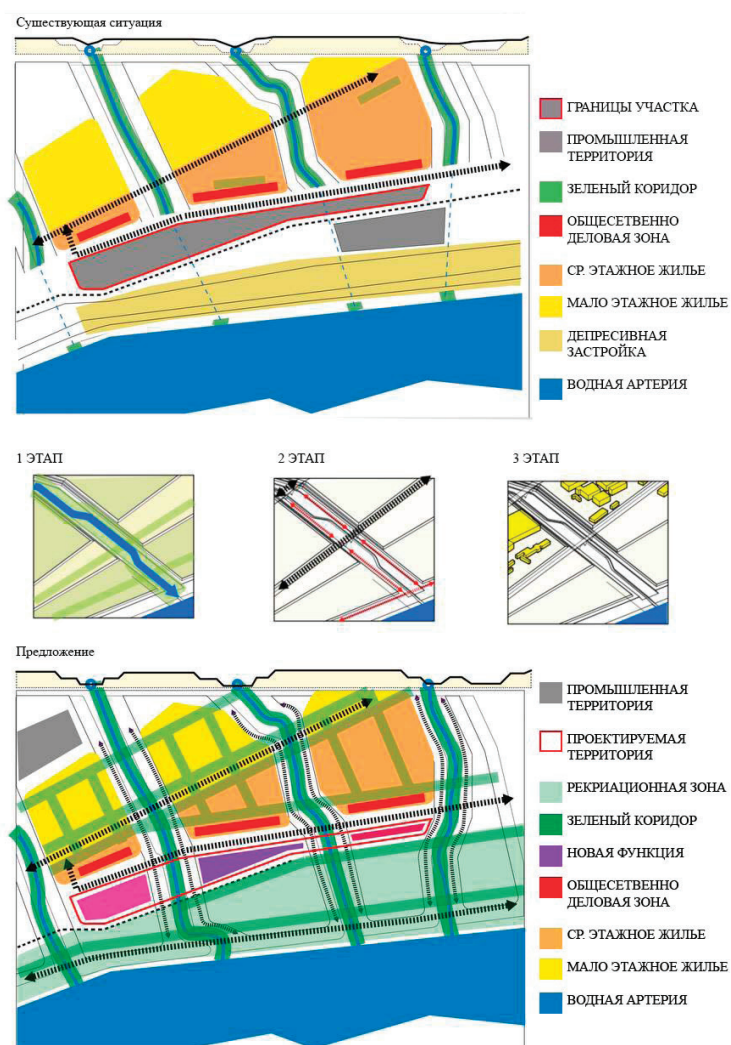


Рис. 3. Модель урбандизмического восстановления территории

восстановления исторического рельефа. Нарботанные практические приемы воплощения подобных стратегий могут быть применены в дальнейшем развитии территорий, как новых, так и уже сложившихся.

### Выводы

1. Доказано, что территория Волгограда сформирована несколькими урболандшафтными структурами, которые имеют

значительное влияние на облик и функциональное использование города.

2. Обоснованно оптимальное направление градостроительного преобразования постиндустриальных территорий Волгограда

3. Построена урболандшафтная модель преобразования территории, представляющая собой систему предложений и действий, разработанную для восстановления разрушенных или деградированных участков ландшафта.

### Литература:

1. Николаевская, З. А. Водоемы в ландшафте города / З. А. Николаевская. — М.: Стройиздат, 1975. — 200 с.
2. Нефедов, В. А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды / В. А. Нефедов. — Санкт-Петербург, 2002.
3. Пивоваров, Ю. Л. Основы геоурбанистики: учеб. пособие / Ю. Л. Пивоваров. — М.: Владос, 1999. — 232 с.
4. Фролов, С. С. Градостроительная реконструкция прибрежных промышленных территорий крупнейших городов (на примере г. Волгограда): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / С. С. Фролов; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. — Волгоград, 2009.
5. The 28 Fastest-Shrinking Cities In The World // Business Insider. — Oct. 22, 2012. — Интернет-ресурс: <http://www.businessinsider.com/cities-that-are-shrinking-2012-10?op=1>. — 30.09.2013.
6. Литвинов, Д. В. Градоэкологические принципы развития прибрежных зон (на примере крупных городов Поволжья): диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Д. В. Литвинов; С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. — Самара, 2009.
7. Попова, Д. Д. Город — индустриальные зоны — общественные пространства / Г. Н. Черкасов, Д. Д. Попова // Архитектура и строительство России. — 2020. — № 4 (236). — С. 100–107. — 0,62 п.л.
8. Владимиров В. В.; Межд. независимый эколого-политологический ун-т. — Москва: Издательство МНЭПУ, 1999. — 203 с.: ил. — Библиография: с. 201. — ISBN5-7383-0079-3: 88.00 р.



БИОЛОГИЯ

Видовой состав чешуекрылых Гомельского района Республики Беларусь

Азявчикова Татьяна Владимировна, старший преподаватель;  
Матенкова Кристина Александровна, студент  
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины (Беларусь)

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что чешуекрылые играют большую роль в природе и жизни человека. Они опыляют цветковые растения, являются звеном трофических цепей питания. Из коконов некоторых видов гусениц изготавливают шелк. В тоже время многие виды являются вредителями сельского и лесного хозяйства. Поэтому необходимо изучение динамики численности и видового состава чешуекрылых на территории Гомельского района.

**Ключевые слова:** чешуекрылые, видовой состав, обилие, стационар, трофический уровень, фауна.

В фауне мира, по разным оценкам, насчитывается от 124 до 200 семейств чешуекрылых. К настоящему времени на территории Беларуси зарегистрировано свыше 1500 видов *Lepidoptera*.

Для человека в первую очередь полезны виды, гусеницы которых производят шёлк. В природе шёлк образуют гусеницы многих видов бабочек, сооружая из него коконы. Гусеницы некоторых видов могут использоваться в борьбе с сорными растениями. Однако некоторые виды чешуекрылых наносят существенный ущерб, гусеницы которых повреждают полевые, садовые или лесные культуры.

Поэтому целью работы явилось изучение видового состава и основных характеристик структуры сообществ дневных и ночных бабочек на различных стационарах Гомельской области.

Основным методом сбора чешуекрылых является ловля при помощи воздушного сачка. Ловля бабочек воздушным сачком осуществляется методом кошения по верхам травянистых растений. Взмахи следует делать параллельно земле. В лаборатории умерщвленные насекомые помещались в расправилки для последующего хранения и определения. Определение проводилось при помощи общепринятых определительных таблиц [1, 2].

Видовой состав бабочек из семейств *Nymphalidae*, *Pieridae*, *Polyommatae*, *Erebidae*, *Satyridae*, *Sphingidae* характеризуется таксономическим богатством и большой разнородностью и включает 23 вида, относящихся к 19 родам и 6 подсемействам (таблица 1).

Таблица 1. Видовой состав семейств *Nymphalidae*, *Pieridae*, *Polyommatae*, *Erebidae*, *Satyridae*, *Sphingidae*

№	Подсемейство	Род	Количество видов
1	Семейство <i>Nymphalidae</i> (Leach, 1815)		
1.1	<i>Nymphalinae</i>	<i>Nymphalis</i> (Kluk, 1780)	1
		<i>Pararge</i> (Linnaeus, 1758)	1
		<i>Vanessa</i> (Fabricius, 1807)	2
		<i>Aglaïs</i> (Dalman, 1816)	1
		<i>Apatura</i> (Fabricius, 1807)	1
		<i>Polygonia</i> (Linnaeus, 1758)	1
		<i>Speyeria</i> (Scudder, 1872)	2
		<i>Melanargia</i> (Meigen, 1828)	1
		<i>Argynnis</i> (Fabricius, 1807)	2
		<i>Issoria</i> (Linnaeus, 1758)	1
		<i>Clossiana</i> (Reuss, 1920)	1
ИТОГО	1	11	14

№	Подсемейство	Род	Количество видов
2	Семейство Pieridae (Duponchel, 1835)		
2.1	Pierinae (Duponchel, 1835)	<i>Pieris</i> (Schrank, 1801)	2
		<i>Gonepteryx</i> (Leach, 1815)	1
Итого	1	2	2
3	Семейство Polyommatae (Swainson, 1827)		
3.1	Cyanirinae (Dalman, 1816)	<i>Cyaniris</i> (Dalman, 1816)	1
Итого	1	1	1
4	Семейство Erebidae (LEACH, 1815)		
4.1	Erebinae (Leach, 1815)	<i>Catocala</i> (Schrank, 1802)	2
Итого	1	1	2
5	Семейство Satyridae (Boisduval, 1833)		
5.1	Satyrinae (Boisduval, 1833)	<i>Maniola</i> (Schrank, 1801)	1
		<i>Aphantopus</i> (Wallengren, 1853)	1
Итого	1	2	2
6	Семейство Sphingidae (Linnaeus, 1758)		
6.1	Sphinginae (Linnaeus, 1758)	<i>Mimas</i> (Linnaeus, 1758)	1
		<i>Deilephila</i> (Linnaeus, 1758)	1
Итого	1	2	2

Самыми разнообразными по количеству видов и родов является такое семейство как нимфалиды — 14 видов из 11 родов. Относительное обилие высокое — 61% (рис. 1). Менее распространенными являются представители семейств *Erebidae*, *Pieridae*, *Sphingidae* (по 2 вида), относительное обилие среднее — 11%.

Такие семейства как *Satyridae*, *Polyommatae* уступают вышеперечисленным семействам по относительному обилию (5%), а следовательно и по видовому составу (по 1 виду).

В результате исследования чешуекрылых на разнотипных луговых системах Гомельской области, на основе анализа широкого спектра признаков был выявлен видовой состав бабочек. Нами было встречено 73 особи, относящихся к 19 родам.

Было установлено, что видовой состав бабочек из семейства *Nymphalidae* исследованных стационаров характеризуется таксономическим богатством и большой разно-

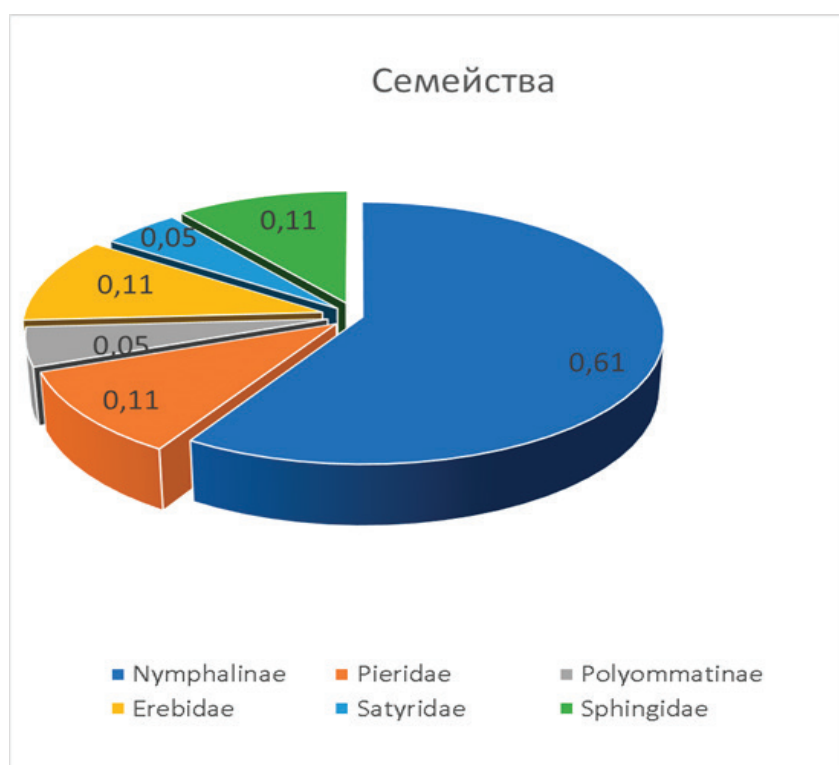


Рис. 1. Относительное обилие семейств на изучаемых биотопах



родностью. Самыми разнообразными по количеству видов и родов являются Собственно Нимфалиды (*Nymphalinae*). Относительное обилие высокое — 84%. Причина высокого показателя относительного обилия данного рода — хорошие условия для обитания, достаточное количество цветущих растений.

#### Литература:

1. Гончаренко Г. Г. Определительная таблица для семейств чешуекрылых (Lepidoptera) Беларуси и сопредельных государств / Г. Г. Гончаренко. — Гомель: ГГУ имени Ф. Скорины. — 2010. — № 3. — С. 40–45.
2. Мамаев Б. М. Определитель насекомых европейской части СССР/ Б. М. Мамаев. — М.: Просвещение, 1976. — 204 с.

## Массовые виды семейства Libellulidae Гомельского района Республики Беларусь

Азявчикова Татьяна Владимировна, старший преподаватель;  
Миненко Жанна Игоревна, студент  
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины (Беларусь)

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что стрекозы служат индикаторами состояния водных объектов, лишь малая группа стрекоз способна переносить загрязнение воды. Именно поэтому численность стрекоз значительно сокращается в тех водоемах, где загрязнение превышает допустимую норму. Таким образом, стрекозы являются удобным материалом для разнообразных исследований, в том числе фаунистических. Поэтому изучение видового разнообразия стрекоз позволит выявить влияние степени антропогенной нагрузки на сообщества.

**Ключевые слова:** стрекозы, видовой состав, обилие, стационар, трофический уровень, фауна.

Стрекозы — это одна из самых древних групп наземных членистоногих, существующих на нашей планете. Современные виды стрекоз отличаются от древних форм меньшими размерами, а также тем, что начальные стадии развития стрекоз протекают в водной среде, а не на суше.

Стрекозы характеризуются многими прогрессивными чертами, такими как видовое многообразие, широкое распространение, обилием в водных и околоводных биоценозах. Их сложное поведение, хищничество и наличие высоко адаптивных жизненных форм наличие определяют важную роль в трофических сетях различных биоценозов.

Помимо этого, представители данного отряда, которые встречаются практически повсеместно, имеют прямое или косвенное значение и для человека. С одной стороны стрекозы уничтожают большое количество кровососущих насекомых, наносящих вред человеку. Но, например, в птицеводстве они являются вредителями, так как, являясь хозяевами при развитии трематод, могут вызывать массовые и тяжелые заболевания птиц [1, 2]. Поэтому целью работы явилось изучение видового состава и распространения стрекоз семейства Libellulidae на территории Гомельского района.

Исследования проводились в летний период 2023 года на трех различных участках. Основным методом учета видового состава являлся метод маршрутного хода, визуального учета и сбора экземпляров для коллекции.

Важно отметить: даже в пределах исследованных стационаров сложились уникальные природные сообщества, которые нуждаются в защите и охране, так как несут неоценимый вклад в генофонд Республики. Поэтому, крайне необходимо, вести учет численности особей данных видов, а также относиться с особой осторожностью к данным сообществам.

Всего было учтено 59 стрекоз семейства Libellulidae. В результате на стационаре «Пойменный луг» было собрано 45% от общего количества зафиксированных особей. На стационаре «Суходольный луг» — 34%, и на стационаре «Мельников луг» 20% (рис. 1).

Как видно из табл. 1, в период исследования были пойманы стрекозы семейства Libellulidae, относящиеся к четырем родам.

На стационаре «Пойменном лугу» семейство Libellulidae представлено 4 родами и 8 видами. Наибольшее число встреч на данном стационаре имели такие виды как *Sympetrum flaveolum*, *Leucorrhinia albifrons*, *Sympetrum vulgatum*.

Из рис. 2 видно, по показателю относительного обилия доминирующими видами являются *Sympetrum flaveolum* (21%), *Sympetrum vulgatum* (15%), *Leucorrhinia albifrons* (15%), *Libellula depressa* (13%), *Sympetrum sanguineum* (11%), *Leucorrhinia pectoralis* (11%), а субдоминантными видами являются *Libellula quadrimaculata* (7%) и *Orthetrum cancellatum* (7%).

На стационаре «Суходольный луг» семейство Libellulidae представлено также 4 родами: *Leucorrhinia*, *Libellula*, *Orthetrum*, *Sympetrum* и 7 видами. Наиболее встречаемыми были такие виды как *Sympetrum flaveolum*, *Leucorrhinia albifrons*, *Orthetrum cancellatum*.

Из рис. 3 видно, по показателю относительного обилия доминирующими видами являются *Sympetrum flaveolum* (40%), *Leucorrhinia albifrons* (15%), *Orthetrum cancellatum* (15%), *Sym-*

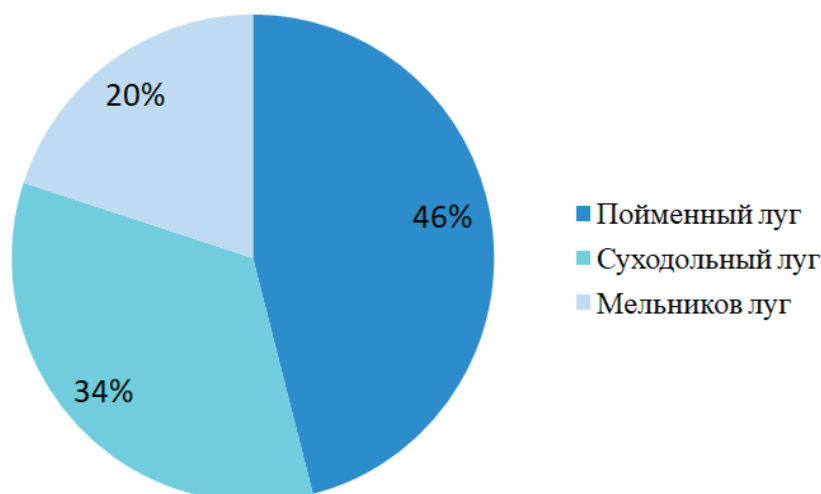


Рис. 1. Характеристика численности отловленных особей стрекоз по исследованным стационарам, %

Таблица 1. Видовой состав семейства Libellulidae на исследованных стационарах

№	Род	Кол-во видов		
		«Пойменный луг»	«Суходольный луг»	«Мельников луг»
1.1	<i>Leucorrhinia</i> (Brittinger, 1850)	2	2	1
1.2	<i>Libellula</i> (Linnaeus, 1758)	3	3	3
1.3	<i>Orthetrum</i> (Newman, 1833)	1	0	0
1.4	<i>Sympetrum</i> (Newman, 1833)	3	2	1
<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>4</b>

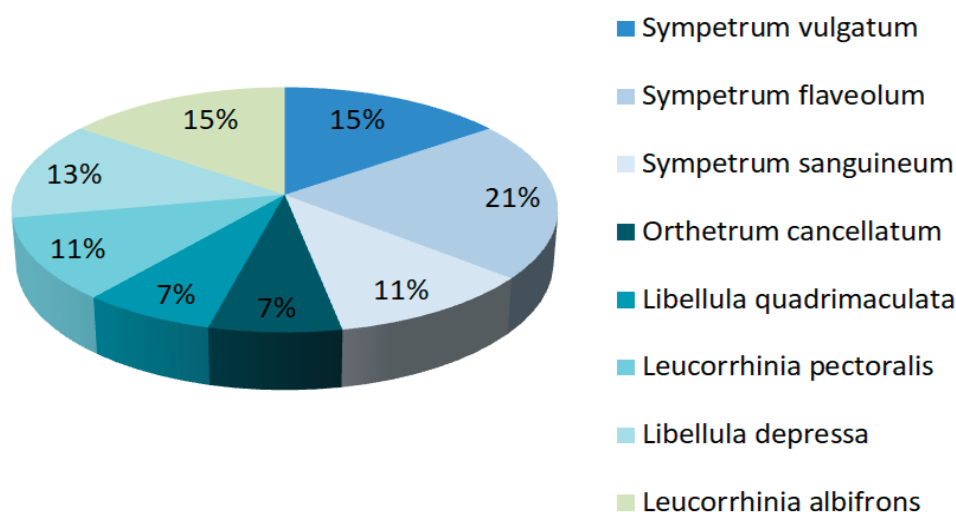


Рис. 2. Видовое разнообразие семейства Libellulidae на стационаре «Пойменный луг»

*petrum vulgatum* (10%), *Sympetrum sanguineum* (10%), а субдоминантными видами являются *Libellula quadrimaculata* (5%) и *Libellula depressa* (5%).

На стационаре «Мельников луг» (находится в городской черте) семейство Libellulidae представлено 3 родами и 5 видами.

Из рис. 4 видно, по показателю относительного обилия доминирующими видами являются *Sympetrum flaveolum* (33%),

*Sympetrum sanguineum* (25%), *Orthetrum cancellatum* (17%), *Sympetrum vulgatum* (17%), а субдоминантным видом является *Libellula fulva* (8%).

Исходя из полученных данных, выявлено, что по численности и видовому богатству стрекозы преобладали на стационаре «Пойменный луг». Данные можно объяснить тем, что жизненный цикл стрекоз неразрывно связан с водоемами,

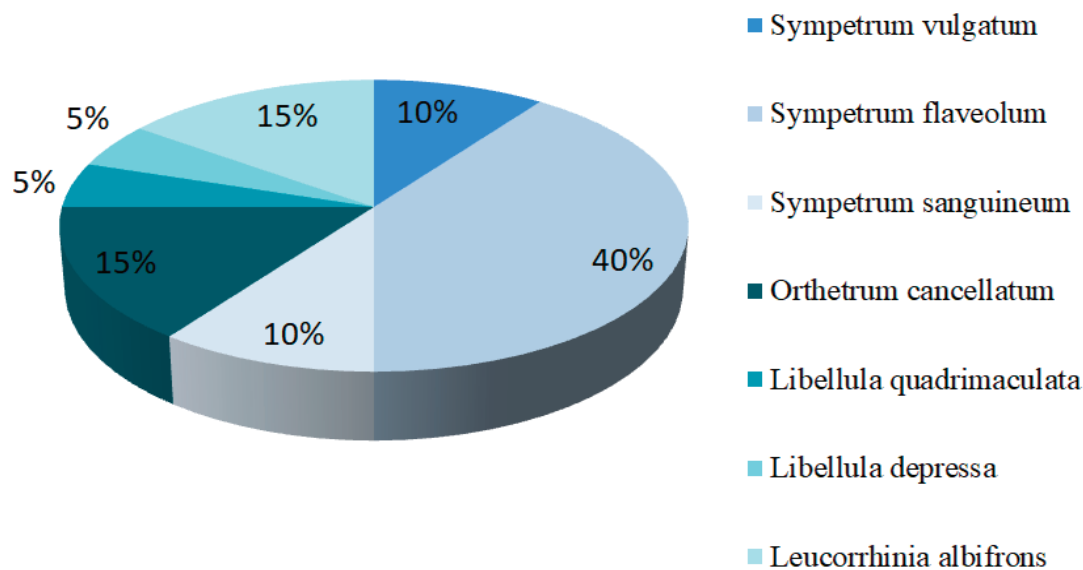


Рис. 3. Видовое разнообразие семейства Libellulidae на стационаре «Суходольный луг»

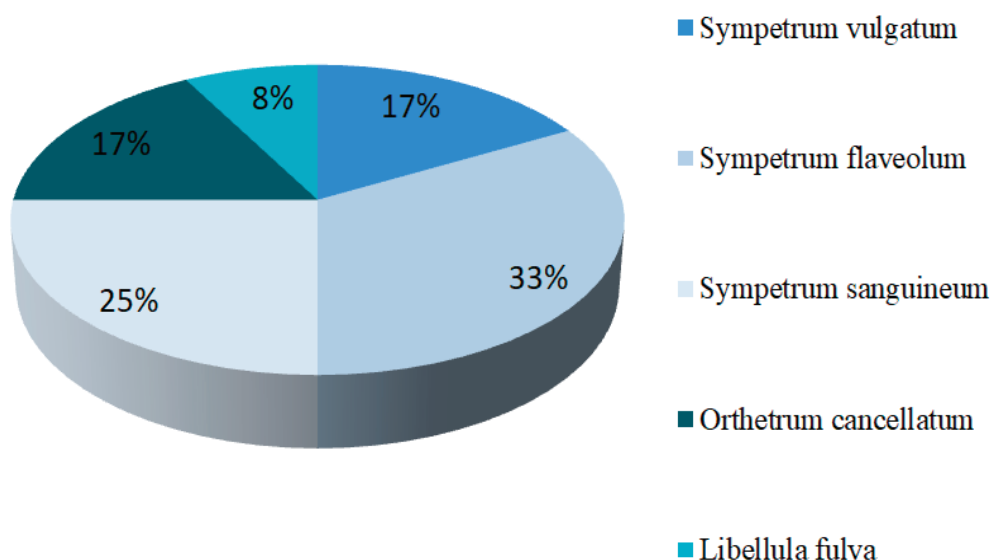


Рис. 4. Видовое разнообразие семейства Libellulidae на стационаре «Мельников луг»

в связи с чем, переувлажненные условия заливного луга являются оптимальными для обитания представителей стрекоз. Суходольный луг не обладает переувлажненными условиями в отличие от пойменного луга и находится на значительном расстоянии от водоема, что в некоторой степени препятствует освоению данной территории представителями отряда Odonata.

Таким образом, видовая структура стрекоз на исследуемых стационарах варьирует в значительной степени. Единственным общим видом-доминантом, который преобладал на всех трех участках, был вид *Sympetrum flaveolum* — 32,2% от общего количества встреченных экземпляров.

Таким образом, самым многочисленным по количеству видов является род *Libellula* семейства Libellulidae.

#### Литература:

1. Мамаев Б. М. Определитель насекомых европейской части СССР / Б. М. Мамаев // Учеб. Пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов. — М., «Просвещение», 1976. — С. 30–42.
2. Бирг В. С. Видовое разнообразие и особенности биологии стрекоз Витебской области / В. С. Бирг, Н. С. Сеньковская // Актуальные вопросы биологии: сборник научных статей преподавателей биологических кафедр факультета естествознания БГПУ им. М. Танка. — Минск, 2008. — С. 23–25.

## Биоэкология белки обыкновенной (*Sciurus vulgaris* (Linnaeus, 1758)) в условиях Беларуси

Синчук Олег Викторович, старший преподаватель;  
Малюга Максим Игоревич, выпускник  
Белорусский государственный университет (г. Минск, Беларусь)

Приводятся сведения о местах обитания белки обыкновенной. Указаны трофические предпочтения в естественных биоценозах, а также в парках в условиях городской среды. Отмечено питание плодами различных видов *Juglandaceae*. Констатируется факт питания *Sciurus vulgaris* насекомыми и разорение ими гнезда дрозда певчего.

**Ключевые слова:** белка обыкновенная, *Sciuridae*, питание, местообитание, поведение.

## Bioecology of the red squirrel (*Sciurus vulgaris* (Linnaeus, 1758)) in the conditions of Belarus

Information about the habitats of the red squirrel is provided. Trophic preferences are indicated in natural biocenoses, as well as in parks in an city environment. Feeding on fruits of various species of *Juglandaceae* has been noted. The fact of *Sciurus vulgaris* feeding on insects and their destruction of the song thrush's nest is stated.

**Keywords:** red squirrel, *Sciuridae*, food, habitat, behaviour.

**В**ведение. Белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris* (Linnaeus, 1758)) — фоновый представитель фауны Беларуси [1]. Длина тела взрослой особи — 20–27 см, длина хвоста — 12,5–19,8 см, масса — 250–350 г. Основным местообитанием *S. vulgaris* являются елово-широколиственные леса. В Полесских регионах иногда держится дубово-грабовых лесов. Гнезда (гайна) чаще всего устраивает на елях, иногда на других видах древесных растений. Гайно представляет собой шарообразное строение из веток, травы и мха, длиной 29–37 см, шириной 23–35 см и высотой 22–27 см. Вес гнезда — 420–840 г, диаметр входного отверстия 8–10 см. Входные отверстия обращены к югу, реже к востоку. Внутри гнездо выслано травой и мелкими веточками, пуховыми перьями птиц и собственной шерстью. Во многих случаях может использовать для жилья дупла и даже искусственные дуплянки, предназначенные для птиц [1, 2].

Питается белка семенами из шишек, желудями, орехи лещины обыкновенной, а также ягодами, грибами, корнями и побегами растений. Семена хвойных составляют от 20% до 50% от всех кормов [2, 3].

Целью данного исследования являлось изучение особенностей биоэкологии белки обыкновенной на территории Беларуси, в том числе под влиянием урбанизации.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на территории Беларуси в период с 2008 по 2023 годы. Фактическим материалом для исследования послужили собственные сборы и материалы из базы данных iNaturalist [4]. Регистрацией вида считалось наличие самого животного или следов его жизнедеятельности (рисунок). Собранные после поедания белкой обыкновенной остатки плодов и шишек высушивали и помещали в целлофановые пакеты с zip-lock или бумажные крафт-пакеты, которые снабжали этикеткой [5]. Также осуществлялось фотографирование следов жизнедеятельности *S. vulgaris* при помощи мобильных устройств различных моделей, снабженных фотокамерой, и цифрового фотоаппарата Canon 1100d. Иден-

тификация грибов [6, 7], растений [8–11] и животных [3, 12–15] осуществлялась с использованием специализированных определителей.

**Результаты исследований.** Установлено, что предпочтительными для обитания белки обыкновенной являются еловые, елово-широколиственные, елово-сосновые и сосновые леса. Отмечено обитание в дубравах и дубово-грабовых лесах.

Для жилья использует дупла в ели (*Picea* sp.), сосне (*Pinus* sp.), дубе (*Quercus* sp.). Отмечено обитание белок в скворечнике. Гайно белки обыкновенной нами обнаруживалась только на ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst.).

Отмечено питание в естественных условиях желудями дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и дуба красного (*Quercus rubra* L.), семенами из шишек сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели обыкновенной (рисунок, А), плодами лещины (*Corylus* sp.). В летние месяцы белкой обыкновенной активно поедались молодые зеленые побеги и почки хвойных и лиственных растений. Установлено поедание ягод: черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) и малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.). Отмечено питание плодовыми телами различных видов грибов: белый гриб (*Boletus edulis* Bull.), польский гриб (*Imleria badia* (Fr.) Vizzini), подосиновик (*Leccinum* sp.), масленок желтый (*Suillus luteus* (L.) Gray), опенок (*Flammulina* sp.). Наблюдалось питание различными видами лишайников.

Кроме того, в насаждениях отмечено питание плодами следующих видов интродуцированных орехов: маньчжурским (*Juglans mandshurica* Maxim.), серым (*Juglans cinerea* L.) (рисунок, Б), сердцевидным (*Juglans cordiformis* Maxim.), грецким (*Juglans regia* L.). В парках отмечается подкормка белок фундуком (*Corylus maxima* Mill.), кешью (*Anacardium occidentale* L.), арахисом (*Arachis hypogaea* L.) и грецкими орехами, семанками подсолнечника (*Helianthus* sp.), семенами кедровой сосны (*Pinus sibirica* Du Tour).

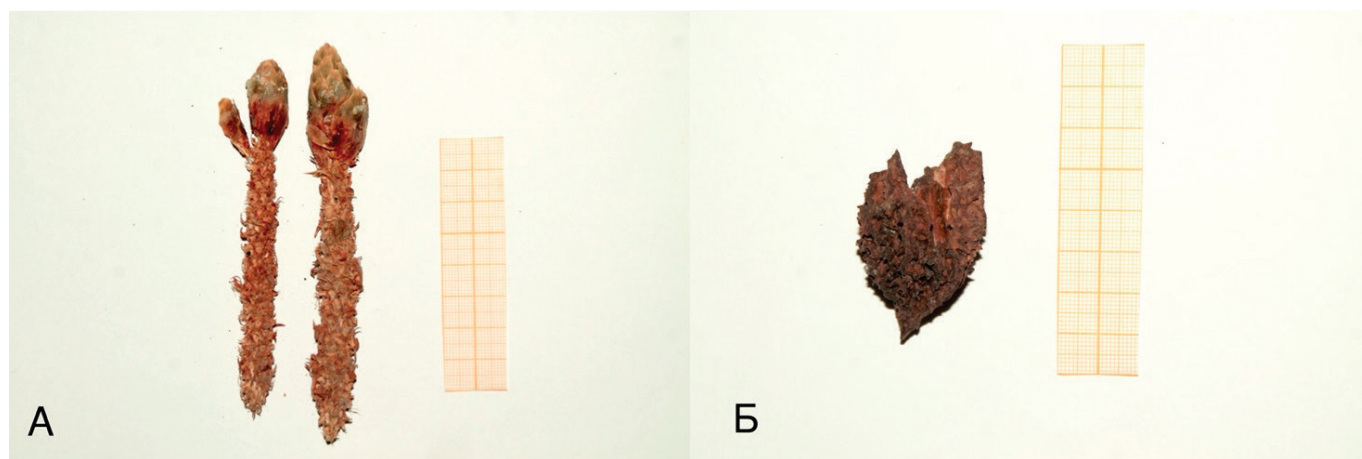


Рис. 1. Следы жизнедеятельности белки обыкновенной  
А — объеденные шишки ели обыкновенной; Б — разгрызенный орех серый

Из животных кормов отмечалось питание куколками муравьев (Formicidae) и имаго представителей отряда жесткокрылых (Coleoptera). Наблюдалось разорение белкой обыкновенной гнезда певчего дрозда (*Turdus philomelos* (Brehm)).

**Благодарности.** Авторы приносят благодарность за частичную финансовую помощь при проведении исследований Белорусскому республиканскому фонду фундаментальных исследований: Б23М-049 «Растительные виды насекомых

и клещей — вредители древесных растений семейства Juglandaceae в условиях зеленых насаждений Беларуси: особенности биоэкологии, современный характер географического распространения, количественная оценка уровня вредоносности» и НИР «Исследование влияния современных климатических изменений и антропогенного воздействия на сосновые биогеоценозы Беларуси» (ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.).

#### Литература:

1. Гричик, В. В. Животный мир Беларуси. Позвоночные: учебное пособие / В. В. Гричик, Л. Д. Бурко. — Минск: Изд. центр БГУ, 2013. — 399 с.
2. Сержанин, И. Н. Млекопитающие Белоруссии / И. Н. Сержанин. — Минск: Издательство Академии наук БССР, 1961. — 321 с.
3. Громов, И. М. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны / И. М. Громов, М. А. Ербаева. — СПб.: ЗИН РАН, 1995. — 239 с. — (Определители по фауне России, издаваемые Зоологическим институтом РАН. Вып. 167).
4. Sciuridae of Belarus // iNaturalist [Electronic resource]. — 2023. — Mode of access: <https://www.inaturalist.org/projects/sciuridae-of-belarus>. — Date of access: 21.09.2023.
5. Минин, Д. Д. Сбор и хранение семян древесных и кустарниковых пород / Д. Д. Минин. — М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. — 84 с.
6. Вишневский, М. В. Лекарственные грибы России / М. В. Вишневский. — М.: Проспект, 2019. — 704 с.
7. Buczacki, S. Collins Fungi Guide: The most complete field guide to the mushrooms & toadstools of Britain & Ireland / S. Buczacki, Ch. Shields, D. Ovenden. — London: HarperCollins Publ, 2012. — 640 p.
8. Определитель высших растений Беларуси: учеб. пособие для студ. биол. спец. Вузов / Т. А. Сауткина [и др.]; БГУ; Под ред. В. И. Парфенова. — Мн.: Дизайн-ПРО, 1999. — 471 с.
9. Analysis of genetic diversity and structure in a worldwide walnut (*Juglans regia* L.) germplasm using SSR markers / A. Bernard [et al.] // PLoS ONE. — 2018. — Vol. 13, iss. 11. — e0208021. DOI: 10.1371/journal.pone.0208021.
10. Sterry, P. Collins complete guide to British trees: a photographic guide to every common species / P. Sterry. — London: Harper Collins Publishers Ltd., 2007. — 324 p.
11. Жигалова, С. Л. Виды роду *Juglans* L. (Juglandaceae), інтродуковані в Україну: ключі для визначення / С. Л. Жигалова // Інтродукція рослин. — 2002. — № 3–4. — С. 57–62.
12. Виноградов, Б. С. Краткий определитель грызунов фауны СССР / Б. С. Виноградов, И. М. Громов. — Л.: Наука, 1984. — 140 с. — (Определители по фауне. Вып. 141).
13. Гудков, В. М. Следы зверей и птиц. Энциклопедический справочник-определитель / В. М. Гудков. — М.: Вече, 2007. — 592 с.
14. Ласуков, Р. Ю. Звери и их следы. Карманный определитель / Р. Ю. Ласуков. — М.: Рольф, 1999. — 128 с.
15. Негробов, О. П. Определитель семейств насекомых / О. П. Негробов, Ю. И. Черненко. — Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1990. — 184 с.



## МЕДИЦИНА

### Перспективы использования виртуальной реальности и искусственного интеллекта в реабилитации

Буримский Николай Алексеевич, студент

Научный руководитель: Межман Светлана Степановна, преподаватель  
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

*В статье автор исследует средства реабилитации с применением искусственного интеллекта.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, виртуальная реальность, реабилитация.

#### Введение

В наше время набирает популярность реабилитация посредством физической культуры. Виртуальная реальность (VR) и искусственный интеллект (ИИ) являются наиболее перспективными для улучшения реабилитационных методов. В данной статье описываются возможности использования VR и ИИ в процессе реабилитации и оценка их потенциала для улучшения физического здоровья и качества жизни людей.

**Цели и задачи работы:** Рассмотрение перспектив использования VR и ИИ в реабилитации с акцентом на физической культуре. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

Исследовать технологии VR и ИИ и их применимость в контексте физической культуры.

Рассмотреть пример реализации VR и ИИ в реабилитации.

#### Современные вызовы реабилитации

Методы реабилитации представляют собой актуальную и важную проблему, которая становится все более существенной в свете роста числа людей, сталкивающихся с разнообразными формами физических нарушений и травм. Одним из основных вызовов является необходимость обеспечения эффективной реабилитации для разнообразных пациентов, учитывая их индивидуальные потребности и особенности. Традиционные методы реабилитации, такие как физическая терапия и медицинские процедуры, несомненно, доказали свою эффективность, но они имеют свои ограничения.

Эти методы обычно требуют значительного времени для достижения заметных результатов. Пациенты могут испытывать дискомфорт от длительного процесса восстановления, что может привести к демотивации и низкой приверженности программам реабилитации. Традиционные методы реабилитации часто связаны с высокими затратами на медицинские услуги

и ресурсы. Это может создавать финансовые барьеры для многих пациентов, которые не могут позволить себе получение необходимой помощи. Так же, данные методы могут оказаться мало мотивирующими для пациентов. Рутинная и однообразие в упражнениях могут вызывать скуку и отсутствие интереса, что может отрицательно сказаться на результативности реабилитации.

Именно в этом контексте становится критически важным исследование и внедрение новых методов и технологий, таких как виртуальная реальность и искусственный интеллект, которые могут решить эти вызовы и сделать процесс реабилитации более эффективным, доступным и мотивирующим для пациентов всех возрастов.

#### Виртуальная реальность в реабилитации

Виртуальная реальность (VR) представляет собой среду, созданную компьютером, которая имитирует реальный мир или создает воображаемые сценарии. Использование VR в реабилитации позволяет пациентам участвовать в интерактивных упражнениях и тренировках, которые могут быть настраиваемыми под их потребности. Это создает более мотивирующую среду, способствующую активной реабилитации [1]. К примеру, применение виртуальной реальности оказалось эффективно при восстановлении больного, перенесшего инсульт.

Во время тренинга пациент становился участником игры, в процессе которой он должен был бросать шар, имитируя игру в боулинг. Для этого больной, стоя перед монитором, должен был поднять паретичную руку вверх и вытянуть вперед, пытаясь совместить кисть с изображением шара на экране. При этом больной получал инструкцию стараться не сгибать руку в локтевом суставе и совершать движение как можно быстрее, чтобы за определенный отрезок времени набрать максимально большое количество баллов [2].

### Искусственный интеллект для персонализации реабилитации

Искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль в анализе данных и персонализации программ реабилитации. С помощью ИИ можно собирать и анализировать большие объемы информации о пациентах, исходя из которых создаются индивидуальные планы восстановления. Это позволяет учитывать индивидуальные потребности каждого пациента и оптимизировать процесс реабилитации.

### Примеры реализации VR и ИИ

Виртуальная реальность может быть полезной при реабилитации пациентов после инсульта, травм опорно-двигательной системы, травм спинного мозга. С помощью VR создаются сценарии и игры, которые помогают восстанавливать когнитивные функции и координацию движений. Это важно для пациентов

с тяжелыми повреждениями головного мозга. Если пациент испытывает утомление или болевые ощущения во время занятий, ИИ может автоматически изменять нагрузку и уровень интенсивности упражнений, учитывая изменения состояния пациента, на основе данных, полученных с носимых устройств, чтобы поддержать безопасную и эффективную реабилитацию.

### Заключение

Использование виртуальной реальности и искусственного интеллекта в реабилитации предоставляет новые возможности для улучшения физического здоровья и качества жизни пациентов. Несмотря на вызовы, связанные с внедрением технологий, их потенциал несомненно огромен, и дальнейшие исследования и разработки в этой области могут значительно улучшить методы реабилитации в будущем. Однако это также сопряжено с сложностями в области организации технологической инфраструктуры и доступности для всех категорий населения.

### Литература:

1. Smith, J. et al. (2020). «Virtual Reality in Rehabilitation: A Review». Journal of Rehabilitation Research & Development, 57(4), 419–432.
2. Черникова Л. А., Иоффе М. Е., Курганская М. Е., Мокиенко О. А., Кацуба, Н. А., Устинова К. И., Прокопенко Р. А., Фролов А. А. Применение технологии виртуальной реальности при восстановлении движений в паретичной руке у больных, перенесших инсульт // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, 3 (2011), 3–7

## Роль липопротеида (а) в развитии атеросклероза: методы лабораторной диагностики

Каллаева Карина Курбан Магомедовна, студент

Научный руководитель: Котова Юлия Александровна, доктор медицинских наук, доцент, зав. кафедрой, зав. лабораторией;

Научный руководитель: Лушник Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент;

Научный руководитель: Дугушева Валерия Александровна, ассистент

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

*В данной статье приводится литературный обзор о понимании причинной роли высокого уровня липопротеида (а) [Лп(а)] в развитии атеросклероза. Описываются патофизиологические механизмы синтеза Лп(а) и методы лабораторной диагностики.*

**Ключевые слова:** липопротеид(а), ген LPA, развитие атеросклероза, апо(а), иммуноферментный анализ.

**В**ведение. Липопротеид(а) — это холестериноподобная частица, состоящая из липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), связанная с дополнительным аполипопротеином (а) [апо(а)] [1]. Роль липопротеида(а) как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) изучалась в течение многих лет [2]. Высокий уровень Лп(а) потенциально может служить фактором риска развития атеросклероза из-за накопления Лп(а) в интиме сосуда, потенцируя тем самым атерогенез.

**Цель работы** — исследование патофизиологических механизмов образования Лп(а) и его роль в развитии атеросклероза. Изучить методы лабораторной диагностики.

**Материалы и методы.** Для подготовки обзора использовались научные статьи из электронных библиотек, учебные пособия и научно-методическая литература последних лет, посвященные исследуемой теме. Анализ и обобщение этих ма-

териалов позволили изучить структуру, взаимосвязь и динамику развития явлений в документационной и информационной областях.

**Результаты.** Уровень Лп(а) в плазме крови генетически детерминирован и обусловлен имеющейся вариабельностью гена апо(а) [2]. Ген липопротеин (а) (LPA), который кодирует компонент апо(а) частицы Лп(а) и расположен на длинном рукаве хромосомы 6 в пределах 6q2.6–2.7 [3], показывает гомологию до 70% с геном плазминогена [4].

Лп(а) оказывает свои атерогенные действия при транспортировке из кровяного русла в стенку артерии. В целом, артериальный приток липопротеинов зависит от проницаемости стенки артерии, концентрации Лп(а) в плазме и величины артериального давления [5]. Липопротеид(а) был обнаружен в сосудах человека и концентрируется в большей степени внекле-

точно: интими и субинтими [6]. Закрепление Лп(а) зависит от его двух компонентов: липопротеиновой структуры и сайтов связывания лизина апо(а) [7,8]. Известно, что Лп(а) накапливается в стенке артерий в большей степени, чем ЛПНП, которые были обнаружены в ранних атеросклеротических бляшках [9,10]. Было проведено исследование о взаимодействии между липопротеидом(а) и молекулой протеогликана — декарином, включающее электростатическую связь между аполипопротеином В-100 (апоВ-100) и гликозаминогликановой (GAG) цепью декорина, а также гидрофобную связь между белковым ядром протеогликана и апо(а) [11]. Детекция декорина в атеросклеротической артериальной стенке свидетельствует о возможной роли этого взаимодействия в атерогенезе [12].

В настоящий момент есть несколько способов определения концентрации Лп(а): иммуноферментный анализ (ИФА), латексный иммуноанализ, иммунонефелометрический, имунотурбидиметрический и флуоресцентный анализы [13]. Для получения достоверных результатов при определении концентрации Лп(а) в клинических лабораториях важно учитывать следующие положения:

1. использование антител, чья иммунореактивность с Лп(а) не зависит от изоформ апо(а), с минимальными колебаниями при хранении в течение длительного времени. В связи с этим ИФА представляет наибольший интерес, поскольку допускает

использование поликлональных антител, нечувствительных к различным изоформам апо(а),

2. наличие надежного референсного контроля Лп(а), одобренного Международной Федерацией по Клинической Биохимии и Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ),

3. широкое использование методологий, которые отличает надежность, высокая точность, воспроизводимость, с внешним и внутренним коэффициентом вариабельности <10%, экономическая целесообразность,

4. стандартизация процедур сбора крови, выделения плазмы или сыворотки с предпочтительным использованием свежих образцов [14].

Соблюдение этих положений будет способствовать достоверной диагностике и стратификации больных с высоким риском атеросклероза вследствие повышенного уровня Лп(а) [15].

**Вывод.** Липопротеид(а) является фактором развития риска атеросклероза, при этом его уровень в большей степени генетически детерминирован и опосредуется через вариацию локуса гена LPA. Несмотря на известную патофизиологическую роль Лп(а) в развитии атеросклероза, для его измерения не существует пока глобально единого метода, что препятствует любым усилиям по выявлению лиц с более высоким риском развития атеросклероза. Что делают проблему исследования Лп(а) крайне актуальной в современном мире.

#### Литература:

1. Lampsas S, Xenou M, Oikonomou E, Pantelidis P, Lysandrou A, Sarantos S, Goliopoulou A, Kalogeras K, Tsigkou V, Kalpis A, Paschou SA, Theofilis P, Vavuranakis M, Tousoulis D, Siasos G. Lipoprotein(a) in Atherosclerotic Diseases: From Pathophysiology to Diagnosis and Treatment. *Molecules*. 2023 Jan 18;28(3):969. doi: 10.3390/molecules28030969. PMID: 36770634; PMCID: PMC9918959 (дата обращения: 23.11.2023).
2. Utermann G. Lipoprotein(a). In: Scriver CR, Beaudet AL, Sly WS, Valle D, eds. *The Metabolic and Molecular Bases of Inherited Disease*. 8th ed. New York: McGraw-Hill; 2001. p2753–2787. 2023 June 02. doi: 10.1016/j.jacl.2023.05.103 (дата обращения: 23.11.2023).
3. Frank SL, Klisak I, Sparkes RS, Mohandas T, Tomlinson JE, McLean JW, Lawn RM, Lusis AJ. The apolipoprotein(a) gene resides on human chromosome 6q26–27, in close proximity to the homologous gene for plasminogen. *Hum Genet*. 1988 Aug;79(4):352–6. doi: 10.1007/BF00282175. PMID: 3410459 (дата обращения: 23.11.2023).
4. McLean JW, Tomlinson JE, Kuang WJ, Eaton DL, Chen EY, Fless GM, Scanu AM, Lawn RM. cDNA sequence of human apolipoprotein(a) is homologous to plasminogen. *Nature*. 1987 Nov 12–18;330(6144):132–7. doi: 10.1038/330132a0. PMID: 3670400 (дата обращения: 23.11.2023).
5. Nordestgaard BG, Tybjaerg-Hansen A, Lewis B. Influx in vivo of low density, intermediate density, and very low density lipoproteins into aortic intimas of genetically hyperlipidemic rabbits. Roles of plasma concentrations, extent of aortic lesion, and lipoprotein particle size as determinants. *Arterioscler Thromb*. 1992 Jan;12(1):6–18. doi: 10.1161/01.atv.12.1.6. PMID: 1731859 (дата обращения: 23.11.2023).
6. Rath M, Niendorf A, Reblin T, Dietel M, Krebber HJ, Beisiegel U. Detection and quantification of lipoprotein(a) in the arterial wall of 107 coronary bypass patients. *Arteriosclerosis*. 1989 Sep-Oct;9(5):579–92. doi: 10.1161/01.atv.9.5.579. Erratum in: *Arteriosclerosis* 1990 Nov-Dec;10(6):1147. PMID: 2528948 (дата обращения: 23.11.2023).
7. Miles LA, Fless GM, Scanu AM, Baynham P, Sebald MT, Skocir P, Curtiss LK, Levin EG, Hoover-Plow JL, Plow EF. Interaction of Lp(a) with plasminogen binding sites on cells. *Thromb Haemost*. 1995 Mar;73(3):458–65. PMID: 7667829 (дата обращения: 23.11.2023).
8. Anglés-Cano E, Rojas G. Apolipoprotein(a): structure-function relationship at the lysine-binding site and plasminogen activator cleavage site. *Biol Chem*. 2002 Jan;383(1):93–9. doi: 10.1515/BC.2002.009. PMID: 11928826 (дата обращения: 23.11.2023).
9. Kreuzer J, Lloyd MB, Bok D, Fless GM, Scanu AM, Lusis AJ, Haberland ME. Lipoprotein (a) displays increased accumulation compared with low-density lipoprotein in the murine arterial wall. *Chem Phys Lipids*. 1994 Jan;67–68:175–90. doi: 10.1016/0009–3084(94)90137–6. PMID: 8187212 (дата обращения: 23.11.2023).
10. Smith EB, Cochran S. Factors influencing the accumulation in fibrous plaques of lipid derived from low density lipoprotein. II. Preferential immobilization of lipoprotein (a) (Lp(a)). *Atherosclerosis*. 1990 Oct;84(2–3):173–81. doi: 10.1016/0021–9150(90)90088-z. PMID: 2149268 (дата обращения: 23.11.2023).

11. Klezovitch O, Edelstein C, Zhu L, Scanu AM. Apolipoprotein(a) binds via its C-terminal domain to the protein core of the proteoglycan decorin. Implications for the retention of lipoprotein(a) in atherosclerotic lesions. J Biol Chem. 1998 Sep 11;273(37):23856–65. doi: 10.1074/jbc.273.37.23856. PMID: 9726998 (дата обращения: 23.11.2023).
12. Riessen R, Isner JM, Blessing E, Loushin C, Nikol S, Wight TN. Regional differences in the distribution of the proteoglycans biglycan and decorin in the extracellular matrix of atherosclerotic and restenotic human coronary arteries. Am J Pathol. 1994 May;144(5):962–74. PMID: 8178945; PMCID: PMC1887362 (дата обращения: 23.11.2023).
13. Marcovina SM, Koschinsky ML, Albers JJ, Skarlatos S. Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute Workshop on Lipoprotein(a) and Cardiovascular Disease: recent advances and future directions. Clin Chem. 2003 Nov;49(11):1785–96. doi: 10.1373/clinchem.2003.023689. PMID: 14578310 (дата обращения: 23.11.2023).
14. von Eckardstein A, Schulte H, Cullen P, Assmann G. Lipoprotein(a) further increases the risk of coronary events in men with high global cardiovascular risk. J Am Coll Cardiol. 2001 Feb;37(2):434–9. doi: 10.1016/s0735-1097(00)01126-8. PMID: 11216959 (дата обращения: 23.11.2023).
15. Nordestgaard BG, Chapman MJ, Ray K, Borén J, Andreotti F, Watts GF, Ginsberg H, Amarencu P, Catapano A, Descamps OS, Fisher E, Kovanen PT, Kuivenhoven JA, Lesnik P, Masana L, Reiner Z, Taskinen MR, Tokgözoğlu L, Tybjaerg-Hansen A; European Atherosclerosis Society Consensus Panel. Lipoprotein(a) as a cardiovascular risk factor: current status. Eur Heart J. 2010 Dec;31(23):2844–53. doi: 10.1093/eurheartj/ehq386. Epub 2010 Oct 21. PMID: 20965889; PMCID: PMC3295201 (дата обращения: 23.11.2023).

## Здравоохранение Удмуртской республики в 1974–1975 годах

Милютина Дарья Александровна, студент;  
Гарифжанова Камилла Руслановна, студент;  
Шубин Лев Леонидович, кандидат медицинских наук, доцент  
Ижевская государственная медицинская академия

*В данной статье изучается состояние здравоохранения Удмуртской республики в 1974–1975 годах.*

**Ключевые слова:** здравоохранение, медицинские кадры, здоровье населения, заболеваемость, детская смертность.

Развитие медицины — важная задача всех органов власти, так как состояние здоровья населения напрямую влияет на экономику, социальное благополучие и в целом на развитие нации. Поэтому в наше время огромное количество средств выделяется на улучшение показателей здоровья граждан Российской Федерации. Чтобы достичь цели в сбережении народа России были поставлены следующие задачи: увеличение ожидаемой продолжительности жизни, снижение смертности и уровня инвалидизации населения, профилактика профессиональных заболеваний, повышение качества и доступности медицинской помощи, включая вакцинацию и лекарственное обеспечение, обеспечение устойчивости системы здравоохранения, ее адаптации к новым вызовам и угрозам, в том числе связанным с распространением инфекционных заболеваний, создание резервов лекарственных препаратов и медицинских изделий, повышение мотивации граждан к ведению здорового образа жизни, занятию физической культурой и спортом, обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, развитие системы социально-гигиенического мониторинга [1].

В республике по состоянию на 1 октября 1974 года было развернуто 14890 больничных коек, из них в сельской местности — 3170. Обеспеченность койками на 1000 населения составляла 9,3 койки, в сельской местности — 5,9, санаторных коек было развернуто — 2260, из них в туберкулезных санаториях 1960. План развертывания больничных и санаторных коек за 1974 год был выполнен полностью [2]. А по состоянию на 1 ян-

варя 1975 года было развернуто 14890 больничных коек, из них в сельской местности 3170. Обеспеченность на 1000 человек населения составляла 10,4 койки. В санаториях было развернуто 2260 коек, из них в туберкулезных санаториях — 1460. В детских яслях содержалось 3719 детей, при плане 3730 [3]. Хотя и план на 1975 год был выполнен не полностью, можно увидеть, что улучшалась обеспеченность койками.

Также проводилась работа в обеспечении лечебных учреждений медицинскими кадрами. В 1974 году в республику было направлено 214 врачей (молодых специалистов), в том числе 184 интерна. В 1974 году было направлено в село 70 врачей. По состоянию на 1-е октября 1974 года остались без врачей 7 участковых больниц (Ягошур, Арлеть, Б-Порья, Тюлькино-Пушкари, Мостовое, Водзимонье, Вишур). Всего в республике работало 3404 врача, из них в сельской местности — 538. Средних медицинских работников по состоянию на 1-е октября 1974 года насчитывалось 11671 человек. Из выпуска 1974 года было направлено в республику 745 человека, из них в село — 360. Курсы повышения квалификации прошли 503 врача и 711 средних медицинских работников [2]. А на 1 января 1975 года остались без врачей уже 6 участковых больниц (Вишур, Т-Пушкари, Б-Норья, Водзимонье, Арлеть, Менил). Всего в республике по состоянию на 1 января 1975 года в системе здравоохранения работало 3545 врачей и средних медицинских работников 11824 человека. Из выпуска 1974 года в республику было направлено 870 средних медицинских работников, из них в сельскую мест-



ность — 380 человек. Курсы повышения квалификации прошли 480 врачей и 1020 средних медицинских работников [3].

Увеличение количества коек и специалистов благоприятно сказывалось на здоровье населения, много специалистов было отправлено в 1974–1975 годах в сельские местности, поэтому жители всей республики могли свободно получать квалифицированную медицинскую помощь, не уезжая за пределы своих населенных пунктов. Также много внимания уделялось своевременным периодическим и целевым осмотрам населения, проводились месячники санитарной очистки населенных мест, рейды по проверке санитарного состояния предприятий торговли, общественного питания, мясо-молочной промышленности и других объектов.

В результате проведенных мероприятий показатели здоровья населения несколько улучшились. Так, удельный вес больных с 4 клинической группой рака в общем числе больных с впервые установленным диагнозом составлял 22,4% против 23,1% в 1973 году. Повысилась рождаемость на 1000 населения с 17,0 до 18,2 в 1974 году. Заболеваемость активными формами туберкулеза в 1974 году снизилась на 100.000 населения до 59,3 против 73,0 в 1973 году, также снизилась смертность туберкулезных больных на 21,1% и составляла 14,6 на 100000 населения. Детская смертность в 1974 году повысилась на 2,1 на 1000 родившихся и составляла 22,2 против 20,1 в 1973 году. Одновременно с этим ряд районов имел снижение детской смертности, так, в Воткинском районе она составляла 18,0 против 25,6 в 1973 году, в Киясовском районе 14,4 против 21,1, Сарапульском — 15,6 против 24,6 и Дебесском 14,9 против 24,4 на 1000 родившихся. Хорошие показатели имели Камбарский район (9,7) и Глазовский (13,7) [3]. Заболеваемость корью в 274 году была снижена более чем в 1,5 раза, несколько снизилась заболеваемость коклюшем, скарлатиной и другими инфекциями.

В 1974–1975 годах активно работали станции переливания, что значительно уменьшило количество смертей от потери крови. Так, в 1974 году республиканская станция переливания крови заготовила крови в литрах в ноябре заготовили 773,1 (план — 650 литров), в январе — заготовили 592,65 (план 500 литров), в апреле — 947 литров (план 640 литров), в мае — 688,2 литра (план — 640 литров), в июне — 898,4 литра (план — 650 литров), в июле — 719 литров (план — 640 литров), в августе — 793,132 (план — 600 литров). Таким образом, в 1974 году отмечалось ежемесячное перевыполнение плана [2].

**Вывод:** Таким образом, здравоохранение в Удмуртской республике в 1974–1975 годы продолжало развиваться. На это указывают обширная подготовка кадров, увеличение коечной мощности, проведение медицинских осмотров. Также стоит отметить, что 1974–1975 годах заметно повысилась рождаемость, при этом понизились заболеваемость и смертность.

#### Литература:

1. Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2017 г. N1640 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» (с изменениями и дополнениями) // URL: <https://base.garant.ru/71848440/#friends> (дата обращения: 14.11.2023)
2. ЦГА УАССР, ф. р-568, оп. 2, д. 1764, лл. 8–130
3. ЦГА УАССР, ф. р-568, оп. 2, д. 1763, лл. 120–127

## Клиническо-лабораторная диагностика атеросклероза и его возможные осложнения

Михайлова Яна Антоновна, студент

Научный руководитель: Дугушева Валерия Александровна, ассистент;

Научный руководитель: Лущик Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент;

Научный руководитель: Котова Юлия Александровна, доктор медицинских наук, доцент, зав. кафедрой, зав. лабораторией  
Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

**А**ктуальность: широкая распространенность атеросклероза в XXI веке остается одной из главных проблем здравоохранения индустриально развитых стран. В структуре заболеваемости и смертности этих стран болезни, связанные с атеросклерозом, занимают большую долю, чем злокачественные заболевания, травмы и несчастные случаи.

Целью данной статьи является выявление наиболее актуальных методов исследования атеросклероза.

Материалы и методы: научные пособия, статьи и учебная литература.

#### Результаты и обсуждения

Заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС) стоят на 1 месте по смертности в Российской Федерации. Чаще всего, они связаны с нарушениями функциональной способности сосудов. Наиболее часто в них обнаруживают атеросклеротические бляшки, которые способны привести к тромбообразованию.

К липидам крови относят холестерин, триглицериды (ТГ), фосфолипиды, свободные жирные кислоты. Холестерин (ХС) — важный компонент клеточной стенки, является сырьем



для синтеза стероидных гормонов, желчных кислот, участвует в воспалительном ответе. Основными липопротеидами плазмы являются: хиломикроны, липопротеиды очень низкой плотности, липопротеиды низкой плотности, липопротеиды промежуточной плотности, липопротеиды высокой плотности. Чаще всего при обследовании пациента для оценки развития ИБС определяют ХС, липопротеины низкой плотности, липопротеины высокой плотности, триглицериды. Последние данные исследований показали, что липопротеиды низкой плотности (ЛПНП) являются основной причиной развития атеросклероза.

Главным элементом поражения сосудов является атеросклеротическая бляшка (АСБ). По мере ее увеличения она вызывает сужение просвета артерии и возникает нарушение кровотока. В ряде случаев АСБ может разорваться, что будет сопровождаться активацией процесса коагуляции, агрегацией тромбоцитов и образованием тромба, который блокирует просвет сосуда, в результате чего возникает ишемия органа, который данная артерия кровоснабжает.

Атеросклеротическая бляшка может быть стабильной и нестабильной.

Стабильные бляшки характеризуются толстой и плотной фиброзной покрывкой. Данные АСБ характеризуются медленным ростом, не оказывая существенного влияния на кровоснабжение органов.

Нестабильные бляшки характеризуются тонкой фиброзной капсулой, признаками активного воспаления, крупным липидным ядром и участками микрокальциноза и кровоизлияниями в ядро. [1]

Сотрудники ФГУ РКНПК МЗ и СР [4], изучая состав АСБ, пришли к выводу, что на поверхности удаленных нестабильных бляшек (удаленных из коронарных сосудов), имеются признаки активной реакции хемокинов. Именно они играют решающую роль в накоплении моноцитов, макрофагов, Т-лимфоцитов в бляшке, а также возникновении воспалительного процесса. Сформированные АСБ отличаются по экспрессии хемокинов, цитокинов и трансформирующего  $\beta$  — фактора роста. Данные

различия могут свидетельствовать о разных стадиях и механизмах формирования атеросклеротической бляшки. [3]

К сердечно-сосудистым заболеваниям, обусловленным атеросклерозом относятся ИБС, ишемический инсульт, атеросклероз периферических артерий нижних конечностей, а также артерий другой локализации.

### Лабораторная диагностика

В первую очередь при подозрении на диагноз атеросклероз необходимо провести оценку липидного профиля:

1. ХС липопротеиды низкой плотности являются главным показателем оценки развития сердечно-сосудистых осложнений;
2. ХС липопротеиды высокой плотности (ЛПВП) рекомендуются как дополнительный показатель для оценки развития в системе SCORE;
3. Общий холестерин рекомендуется для оценки риска заболеваний ССС в системе SCORE;
4. ТГ — часть рутинного процесса оценки липидного профиля;
5. ХС не-ЛПВП может использоваться для оценки риска сердечно-сосудистых осложнений при высоких значениях ТГ, а также при сахарном диабете, ожирении;
6. Липопротеин а (Лп(а)) следует измерить хотя бы раз в жизни у любого взрослого для выявления лиц с Лп(а) > 180 мг/дл; Лп(а) следует измерять у некоторых пациентов с отягощенным семейным анамнезом для определения риска между умеренным и высоким. [1]

**Вывод:** на основе проанализированной научной литературы можно сделать вывод о том, что атеросклероз распространенное заболевание, которое может поражать сосуды, вызывая различные заболевания сердечно-сосудистой системы.

Своевременная лабораторная диагностика может предотвратить различные осложнения, ускоряя процесс выздоровления.

### Литература:

1. Сергиенко, И.В. Патогенез, диагностика и лечение атеросклероза: практические аспекты. / И.В. Сергиенко, А.А. Аншелес. — Текст: непосредственный // Кардиологический вестник. — 2021. — № 16(1). — С. 64–72.
2. Донозологический атеросклероз и ассоциированные состояния: значение, диагностика, лечение. / Д.Ю. Сердюков, А.В. Гордиенко, Н.И. Гуляев [и др.]. — Текст: непосредственный // Вестник Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. — 2015. — № 3(51). — С. 234–238.
3. Аронов, Д. М. некоторые аспекты патогенеза атеросклероза / Д.М. Аронов, В.М. Лупанов. — Текст: непосредственный // Атеросклероз и дислипидемии. — 2011. — № 1. — С. 48–55.
4. Кухзина, Н. Б., Арефьева, Т. Экспрессия хемокинов и цитокинов в атеросклеротических бляшках и внутренней оболочке артерий у больных НБС / Н.Б. Арефьева, Т. Кухзина, А.М. Арефьева. — Текст: непосредственный // Тер. архив. — 2008. — № 4. — С. 63–68.

## Роль антидотов при воздействии на организм человека различных ядов

Никитина Любовь Павловна, студент;

Галиуллина Алина Рафаэлевна, студент

Научный руководитель: Масляков Владимир Владимирович, доктор медицинских наук, профессор

Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского

В настоящее время происходит постоянное усовершенствование в сфере промышленности, оптимизируются технологии, и увеличивается спектр химического производства. Поэтому на данный момент известно свыше десяти миллионов разнообразных химических веществ, где около половины из них являются возможной опасностью для здоровья человеческой жизни. Каждый день человек использует в своей бытовой деятельности свыше ста тысяч различных химических соединений в виде: лекарственных препаратов, косметической продукции, разных активных добавок, моющих средств и т.д.

Одно химическое соединение при определенных условиях может оказывать как токсическое, так и исцеляющее воздействие на жизненно важные функции человеческого организма. В связи с этим, многие эксперты полагают, что ядовитое вещество является понятием условным.

Основатель ятрохимии, алхимик и врач 16 века Парацельс считал: «Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным». Например, определенные группы медикаментозных препаратов, в зависимости от ряда условий, могут оказывать токсическое действие на организм человека. К ним могут относиться антибиотики, транквилизаторы, нейролептики, антидепрессанты, антиаритмические средства, и даже часто используемый всеми нами парацетамол. Однако такие пугающие вещества как: люизит, иприт, мышьяк, опиум, белена обладают не только ядовитыми, но и лечебными свойствами.

Большинство химических соединений имеют очень непростой многокомпонентный патогенез, влияющий на жизнедеятельность организма. К тому же механизм действия большинства ядов исследован в незначительной степени.

В медицинской литературе противоядие называется «антидотом» в переводе с греческого «даваемый против». По стандарту ВОЗ, антидоты имеют следующее определение «...терапевтические вещества, применяемые для противодействия токсическому эффекту(ам) конкретного ксенобиотика».

Следует не забывать, что антидоты относятся к препаратам этиотропной терапии, и все противоядия являются методами активного очищения организма от токсинов. С учетом противоположного действия ядов и антидотов, противоядия могут оказывать своё воздействие практически в каждом звене своего пути прохождения через организм, начиная от входных ворот, далее внедрения в систему кровообращения, в органы и ткани, взаимодействуя с молекулами-биомолекулами и заканчивая на этапе его выведения. Кроме того, механизм действия противоядия включает в себя изменения обмена веществ антигена, катализируя его метаболические реакции или, наоборот, его приближение к элиминации.

В идеале антидот должен иметь два основных свойства это обезвредить токсическое вещество в теле человека, связываясь

с ним на молекулярном уровне, и ликвидировать результат действия токсина в клетках, тканях, органах и системах. Но в реальной жизни его не существует. Из-за этого в нынешних обстоятельствах не каждому токсическому веществу можно противодействовать, влияя на его этиологию. В связи с этим, достаточно часто приходится использовать только симптоматическую терапию, тем самым врачи только убирают клинические проявления и поддерживают функции организма.

Существует пять основных условий для противоядий, которые были открыты испанским врачом и химиком Матъе Жозеф Бонавентур Орфила еще в девятнадцатом веке:

- 1) противоядие должно быть таким, чтобы его можно было принимать в больших дозах без всякой опасности;
- 2) противоядие должно действовать на яд, будь то жидкий или твердый, при температуре человеческого тела или более низкой;
- 3) действие противоядия должно быть быстрым;
- 4) противоядие не должно связываться с ядом в среде желудочного, слизистого, содержащего желчь и других соков, которые могут содержаться в желудке;
- 5) действуя на яд, противоядие должно лишать его вредных свойств [2].

Данные условия остаются актуальными и в современном мире. Однако вопрос по первому пункту так и остается невыполненным. Существующие в настоящее время противоядия оказывают очень сильное воздействие, которые может стать токсичным. К примеру, при отравлении метанолом противоядием служит этиловый спирт, обладающий токсичным воздействием на нервную систему, но в меньшей мере, чем его антагонист. Так же и атропин, действующий как противоядие к фосфорорганическим соединениям, может привести к сильному отравлению организма и даже к летальному исходу. Немало важным является тот факт, что множество ныне существующих противоядий подвергаются действию пищеварительных ферментов и лизируются в желудочно-кишечном тракте, поэтому предпочтение отдается парентеральному введению антидота.

Одним из ведущих направлений комплексной терапии отравлений является применение противоядий. Антидотные средства задействуются на догоспитальном этапе — врачами клиничко-токсикологических бригад, бригад скорой медицинской помощи, на госпитальном этапе — в лечебно-профилактических учреждениях, в специализированных центрах лечения острых отравлений, а также в порядке само- и взаимопомощи в очагах химического поражения в мирное и военное время.

Основная цель использования противоядий направлена на сохранение человеческой жизни и на защиту жизненно важных функций организма, которые могут пострадать от отравления,

имеющего как непреднамеренный, так и умышленный характер, в частности криминальное, террористическое применение ядов, а также чрезвычайных ситуаций на транспорте, промышленных и других объектах. Вовремя введённое противоядие дает возможность снизить риск осложнений для пациента, уменьшить срок его пребывания в медицинском учреждении, и облегчить последующую профессиональную работу для медицинского персонала.

В заключение, антидоты играют крайне важную роль при воздействии различных ядов на организм человека. Они пред-

ставляют собой специальные препараты, которые могут нейтрализовать или снизить токсические эффекты яда. Грамотное использование антидотов в случае отравлений может оказать огромное влияние на исход отравления, спасая жизни людей. Однако, следует отметить, что не для всех видов ядов существуют эффективные антидоты, и в некоторых случаях лечение может быть очень сложным. Дальнейшие исследования и разработки новых антидотов являются важной задачей для науки и медицины, с целью повышения эффективности лечения отравлений и улучшения результатов.

#### Литература:

1. Лазарев Н. В. Основные принципы лечения острых отравлений. 9 лекций для врачей. Л.: ВМА; 1944.
2. Общая токсикология. Под редакцией Курляндского Б. А., Филовой В. А. — М.: Медицина, 2002. — 108 с.

## Осведомленность населения о вреде метанола и значимости его противоядия

Никитина Любовь Павловна, студент;

Галиуллина Алина Рафаэльевна, студент

Научный руководитель: Масляков Владимир Владимирович, доктор медицинских наук, профессор

Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского

**А**нтидоты играют важную роль в нейтрализации воздействия различных ядов на организм человека. Яды могут попадать в организм человека через различные пути, такие как ингестия (поглощение через пищу или напитки), ингаляция (вдыхание газов или паров), абсорбция (поглощение через кожу) или инъекция (введение непосредственно в кровь).

Антидоты разрабатываются для противодействия конкретным ядам, и каждый из них имеет свой уникальный механизм действия. Они могут быть представлены как медикаменты, содержащие свойства, противостоящие яду, так и естественные вещества, способные связывать и нейтрализовать токсины.

Среди наиболее распространенных отравляющих веществ зачастую встречаются спирты, лекарственные препараты и наркотические вещества, а в последнее время все больше синтетические наркотические средства. Спирты, особенно метанол и этанол, являются наиболее распространенными ядами в этой группе веществ, вероятно, из-за их доступности.

Однако, учитывая общую картину алкоголизации населения в России, ценовую политику в отношении алкогольных напитков, существует тенденция использования с целью опьянения различных непивных жидкостей. Эти жидкости могут содержать метанол как случайную примесь или компонент. Кроме того, некоторые мошеннические производители выпускают фальсифицированные алкогольные напитки, использование которых может привести к отравлению метиловым спиртом. Это позволяет им снизить затраты на производство и увеличить объем сбыта.

Метанол, который по своим органолептическим свойствам напоминает этиловый спирт, может вызывать отравление в результате ошибочного приема.

Метиловый спирт находит широкое применение в различных отраслях промышленности. Он используется при производстве фотопленки, а также в процессе синтеза различных органических соединений. Кроме того, метиловый спирт является важным компонентом при производстве различных смол, поливинилхлорида, аминов и карбамидов. Он также применяется в лакокрасочной промышленности в качестве растворителя.

Метиловый спирт обладает способностью смешиваться с водой, эфиром, этиловым спиртом и другими высшими спиртами. Он также является эффективным растворителем для жиров, масел и других органических веществ. Однако стоит отметить, что метиловый спирт легко воспламеняется и горит бледным пламенем. Взрывоопасные смеси образуются при взаимодействии его паров с воздухом.

Чаще всего отравление метанолом происходит в результате приема яда внутрь. Однако некоторые случаи отравления метиловым спиртом были зарегистрированы также посредством абсорбции через кожу или вдыхание его паров при высокой концентрации в воздухе.

Важно отметить, что метиловый спирт относится к категории сильных нервно-сосудистых ядов, и его летальная доза составляет в среднем 100 мл и выше.

Метиловый спирт называют ядом летального синтеза, поскольку в процессе метаболизма в организме он превращается в более токсичные соединения — формальдегид и муравьиную кислоту. Окисление до указанных продуктов происходит значительно медленнее, чем у этанола, что также сказывается на особой токсичности метилового спирта.

В связи с этим, в настоящее время имеется потенциальная вероятность массовых или групповых отравлений различными

спиртами и растворителями, а также другими высокотоксичными веществами, входящими в состав как спиртосодержащих жидкостей, не предназначенных для употребления внутрь, так и в результате приема фальсифицированных алкогольных напитков.

Метиловый спирт обычно вызывает алкогольное отравление без типичного опьянения. Далее наступает латентный период, который длится в среднем 12–24 часа. С окончанием латентного периода усиливаются симптомы интоксикации — тошнота, рвота, боли в животе, головная боль, головокружение, боль в икроножных мышцах. Нарушается зрение (снижение остроты зрения, неясность видения, мелькание «мушек» перед глазами, диплопия, слепота); отмечаются мидриаз и ослабленная реакция зрачков на свет. Сознание спутанное, возможно психомоторное возбуждение или кома, судороги или гипертенус мышц конечностей. Развивается быстро прогрессирующая острая сердечно-сосудистая недостаточность в сочетании с центральными нарушениями дыхания. Смерть наступает от отёка мозга, остановки дыхания.

В лечении отравления метиловым спиртом осуществляется комплексное воздействие, включающее антидотную терапию, ускоренную детоксикационную терапию, коррекцию метаболического ацидоза и проведение общих поддерживающих мероприятий [1].

Антидотная терапия направлена на снижение образования токсичных метаболитов метилового спирта. Для этого используются антидоты — этанол и fomepizol. Этанол является конкурентным субстратом для алкогольдегидрогеназы, fomepizol, в свою очередь, является обратимым ингибитором этого фермента. Преимущество этанола перед метанолом заключается в большей аффинности к алкогольдегидрогеназе, что способствует преобладанию метаболизма этанола над метиловым спиртом и, следовательно, снижает токсичность метилового спирта.

В ходе антидотной терапии необходимо поддерживать концентрацию этанола в сыворотке крови на оптимальном уровне.

По сравнению с этанолом, fomepizol обладает минимальным количеством побочных эффектов, легко дозируется и не требует постоянного контроля его концентрации. При этом fomepizol применяется реже из-за своей высокой стоимости. Введение антидотов продолжается до достижения компенсации метаболического ацидоза и снижения концентрации метилового спирта в крови до безопасного уровня.

Чтобы узнать, насколько жители города Саратова осведомлены о роли антидотов при воздействии на организм человека различных ядов, в частности метанола, нами был проведен социальный вопрос. Анкетирование длилось на протяжении недели с 30 октября по 5 ноября 2023 года. Инструментом опроса стала гугл-форма, ссылка на которую распространялась через сообщества в социальных сетях. Всего было опрошено 100 человек. В опросе участвовало население разного возрастного диапазона.

При проведении выборки по возрасту респонденты распределились следующим образом: преобладает население в возрасте от 18 до 25 лет, что составляет 72%; 25–45 лет — 18%; 6% — старше 45 лет; 4% — до 18 лет.

Основная доля анкетированных относится к группам «студент» — 60% и «работающий» — 36%, и 4% составляют школьники и пенсионеры.

В исследовании мы решили узнать, насколько население осведомлено о таком понятии как антидот. По итогу 90% опрошенных знают определение «антидот», и только 10% затруднились ответить. Таким образом, мы узнали, что большая часть респондентов понимает верно определение антидота.

Исходя из этого, возникает вопрос, знают ли респонденты определение такого понятия как «яд». В результате мы получили весьма хорошие результаты: 84% опрошенных ответили верно, и только 16% не знают или затрудняются ответить.

Следующий вопрос для наших респондентов звучал так «Как вы думаете, что из нижеперечисленного может оказывать отравляющее (токсическое) действие на организм человека?». Мы получили следующие результаты:



Рис. 1. Осведомленность населения о токсических веществах

Для большинства респондентов этот вопрос оказался затруднительным, так как правильным ответом являются все варианты. Многие опрошенные не информированы о том, что все перечисленные вещества являются токсичными.

Следующим вопросом был «Знаете ли вы, что метанол является ядовитым веществом?». Здесь ни у кого не возникло сомнений и 100% опрошенных ответило верно.

На довольно простой, казалось бы, вопрос «Знаете ли вы, что напоминает запах метанола?» респонденты затруднились ответить. Но 72% опрошенных все же верно выбрали, что метанол имеет запах алкоголя.

Далее мы задали нашим респондентам вопрос об основном клиническом симптоме при остром отравлении метанолом. На что 72% опрошенных ответило правильно, 28% оказались не информированы по данному вопросу.

Следующий вопрос «Знаете ли вы, какая смертельная доза метанола при приеме внутрь?». После анализа ответов, мы получили такие результаты: только 50% ответило верно. Это говорит о том, что данный вопрос достаточно сложен для тех, кто не изучал данную тему.

И в заключении мы решили поинтересоваться, знают ли наши респонденты самый важный ответ на вопрос, в чем и является основная мысль нашей проделанной работы, «Знаете ли вы, какой антидот применяется при отравлении метанолом?». Результаты нас порадовали, ведь 84% опрошенных выбрали

верный вариант ответа, что противоядием при отравлении метиловым спиртом будет этанол. Но также в настоящее время существует еще один антидот — и это fomepizol. Данный вариант выбрало 12%, что не критично, так как это лекарственное средство применяют достаточно редко из-за его дороговизны, что является немало важным фактором при лечении отравления метанолом. Хотя и обладает он менее выраженными побочными эффектами, легче дозируется и не требует постоянного контроля его концентрации.

Таким образом, мы пришли к выводу, что жители города Саратова знают, чем в своей сущности являются «яд» и «антидот», что метанол это опасный яд, а противоядием для него служит этиловый спирт. Небольшие затруднения у опрошенных вызвали органолептические свойства метилового спирта и его смертельная доза.

В заключение отметим, что актуальность острых отравлений метиловым спиртом в настоящее время остается высокой, что требует не только слаженной работы медицинской службы по своевременному лечению пострадавших, но и усиленного контроля над спиртосодержащей продукцией со стороны управляющих органов для предотвращения новых случаев отравлений.

Целью данной научной статьи было повышение осведомленности о роли метанола, о его клинических проявлениях и терапии, а также обнаружение фальсификации алкогольных напитков с целью предотвращения отравления метанолом.

#### Литература:

1. Кузнецов О. А., Федоров А. В. Острое отравление метанолом с благоприятным исходом (серия клинических наблюдений) // Наркология. 2019. № 4. С. 64–67.

## Клинические и эпидемиологические особенности кори у взрослых

Олтян Илья Сергеевич, студент;

Мамедов Самед Сарварович, студент

Научный руководитель: Чувинова Ирина Викторовна, кандидат педагогических наук, доцент

Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина

*Целью статьи являлся анализ современного состояния критически важной для социума проблемы заболевания вирусом кори взрослым населением, для которого протекание данной болезни крайне неблагоприятно отражается на физическом здоровье. Описаны такие важные аспекты данного инфекционного заболевания относительно взрослых, как его симптоматика, источник, путь передачи, контагиозность, этапы течения, формы проявления и факторы эффективного лечения. Сделан вывод о критической важности вакцинопрофилактики для борьбы с данным заболеванием.*

**Ключевые слова:** корь, вирус кори, корь у взрослых, Measles morbillivirus.

Динамика заболеваемости корью в Европе за последние десятилетия вызывает повышенную озабоченность со стороны Всемирной организации здравоохранения. Статистика заболеваемости корью является неутешительной и для нашей страны. 2019 год стал худшим за всю современную историю нашей страны по количеству зарегистрированных случаев кори. С 2020 по 2022 годы заболеваемость корью снижалась, однако в 2023 году снова наблюдается резкий скачок в коли-

честве зафиксированных случаев заражения в десятки раз по сравнению с прошлым годом. В связи с этим представляется актуальным и важным проведение научных исследований по данной проблеме и ее современному состоянию.

Среди ведущих отечественных специалистов, занимающихся проблемой заболевания корью взрослых, можно выделить Г.Х. Ибрагимову, С.И. Ахмедову, А.А. Гарагезову, С.Б. Мамедова (провели масштабное исследование возрастной



структуры и проанализировали клинические особенности протекания заболевания у взрослых), И. А. Иванову, Ж. Б. Понезеву, М. С. Козлову (детально описали теоретические аспекты течения кори у взрослых), П. И. Журавлева, М. П. Костинова, Н. Н. Филатова (провели крупное исследование по сравнительному анализу различий в уровне антител к кори у взрослого населения) и других.

Под термином «корь» в медицине принято понимать острое высококонтагиозное инфекционное вирусное заболевание повышенной степени заразности (поражает 9 из 10 контактировавших людей с источником инфекции). Возбудитель данного заболевания — вирус кори (Measles morbillivirus) [1, с. 99]. Отличительными характеристиками кори являются такие симптомы, как значительное повышение температуры тела, воспаление верхних дыхательных путей, проявление конъюнктивита, воспаление слизистых оболочек полости рта, общая интоксикация организма, проявление сыпи на коже.

Сыпь при кори на теле взрослого человека носит название «корева энантема» и проявляется достаточно крупными ярко красными пятнами на коже. Сыпь возникает на мягком и твердом небе, распространяясь на всю кожу лица, а затем переходит на всю поверхность туловища заболевшего.

Особую опасность данный вирус представляет для взрослого населения, которое переносит заболевание корью в разы тяжелее, чем дети. Вирус кори передается от человека к человеку воздушно-капельным путем — через выделение зараженным человеком вируса во время кашля или чихания. Зараженный корью человек становится незаразным для окружающих людей с пятого дня проявления характерных для заболевания пятнисто-папулезных высыпаний [4, с. 70].

Течение кори у взрослых происходит в четыре этапа:

1. Инкубационный (в разных источниках указаны периоды либо 7–21 день, либо 8–17 дней);

2. Катаральный, во время которого проявляются непосредственные симптомы инфекции (кашель, повышенная температура, насморк);

3. Пигментационный, который характеризуется обильными поэтапными эритематозными высыпаниями на теле зараженного и дальнейшей пигментацией, шелушением;

4. Реконвалесценционный, во время которого происходит выздоровление человека.

Для взрослых зараженных характерно атипичное проявление кори, которое может быть выражено в трех формах — стертая, геморрагическая, гипертоксическая. Первая является наиболее легкой и не несет особо тяжелых последствий для здоровья человека. Вторая же, напротив, может привести к летальному исходу ввиду сильных кровоизлияний, однако при условии своевременной и качественной госпитализации с грамотной программой лечения зараженный может иметь положительный прогноз на выздоровление. Наконец, третья форма кори возникает при ярко выраженной интоксикации организма больного и влечет за собой огромные риски для здоровья человека ввиду повышения температуры тела до 40°C и выше, возможных проявлений дыхательной и сердечной недостаточности [4, с. 64].

Для большинства взрослых, зараженных корью, характерны следующие симптомы:

1. Повышенная слабость, заторможенность и потливость;
2. Проявление конъюнктивита, кашель или частое чихание, заложенность носа и т.д.;
3. Нарушение этапности высыпаний и пигментации относительно детей [2, с. 36].

Если говорить о лечении данного заболевания, то на данном этапе развития медицины его не существует. Обычно усилия медицинского персонала при обнаружении больного корью направлены на облегчение симптоматики и борьбу с возможными осложнениями. Ключевыми факторами эффективности

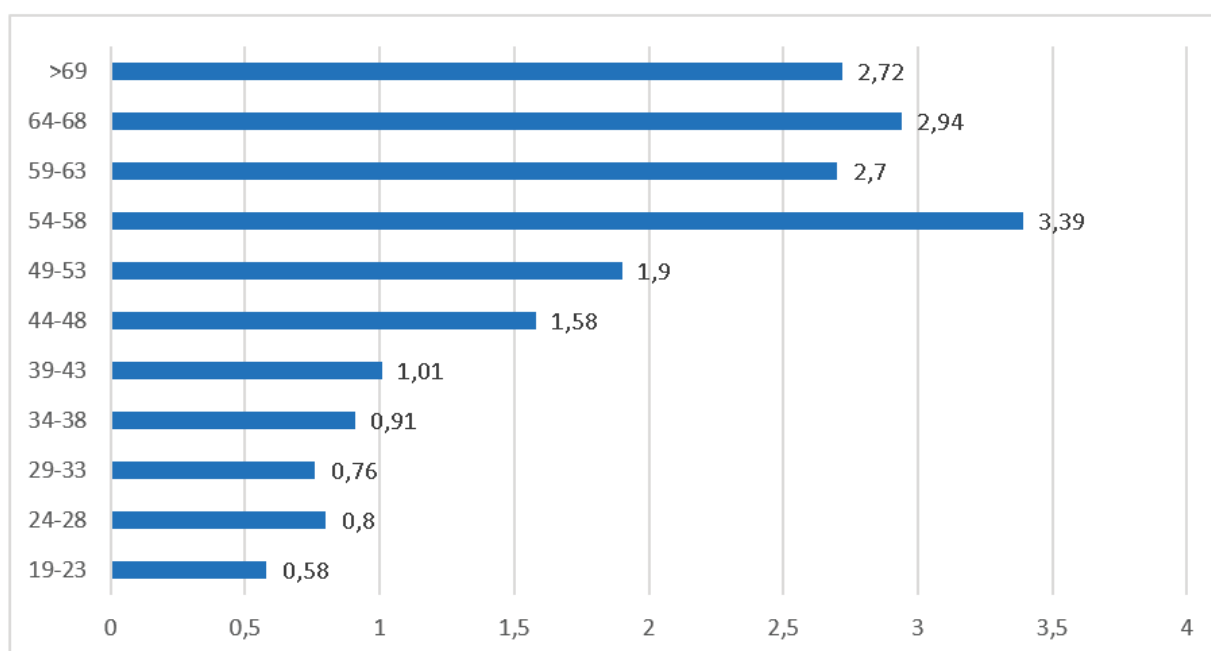


Рис. 1. Уровни антител к вирусу кори испытуемых в зависимости от их возраста (в МЕ/мл)

в данном процессе играют своевременная реакция на симптомы, быстрая госпитализация и изоляция больного, правильно разработанная программа лечения и минимизация контактов больного с окружающим миром.

Особый научный интерес представляет исследование различий в уровне антител к вирусу кори у взрослых, проведенное в 2019 году группой специалистов под руководством П.И. Журавлева. Так, был проанализирован уровень противокоревых антител у 1599 человек (1268 женщин и 331 мужчина) в возрастном диапазоне от 19 до 69 лет (11 возрастных групп), который при усреднении показал значение в 85%. Соответственно, антитела к кори отсутствовали лишь у 15% испытуемых. Данный показатель обусловлен масштабной противокоревой вакцинацией населения страны в 1968 году [3].

Проведенное исследование также позволило сделать анализ корреляции факта наличия антител к вирусу кори с гендерными и возрастными характеристиками человека. Так, оказалось, что группа, в которой наблюдался наименьший процент людей с противокоревыми антителами, — это мужчины в воз-

расте 54 лет и старше. Результаты исследования специалистов в области корреляции возраста человека с наличием в его крови антител к вирусу кори представлены на рисунке 1.

Полученные результаты следует учитывать при разработке и внедрении программ вакцинопрофилактики населения и сотрудников конкретного предприятия. По мнению исследователей, в случае, если провести массовое исследование сотрудников на наличие антител к вирусу кори не представляется возможным, то в первую очередь необходимо провести соответствующую вакцинацию лиц в возрастном диапазоне 19–23 лет. Следующая группа лиц, в отношении которой будет необходимо провести вакцинацию — сотрудники в возрасте 24–48 лет. Наконец, в последнюю очередь вакцинировать от кори необходимо сотрудников старше 49 лет.

Если говорить в целом о программе вакцинопрофилактики, то на сегодняшний день именно вакцинация является главным и единственным оружием против кори: только за последние 20 лет, по данным ВОЗ, вакцина от кори спасла жизни более 55 миллионов человек.

#### Литература:

1. Анализ возрастной структуры и клинические особенности течения кори у взрослых на современном этапе / Г.Х. Ибрагимова, С.И. Ахмедова, А.А. Гарагезова, С.Б. Мамедов // Социально значимые и особо опасные инфекционные заболевания: Материалы VI Всероссийской междисциплинарной научно-практической конференции с международным участием, Сочи, 30 октября — 02 2019 года. — Краснодар: Новация, 2019. — С. 99–100.
2. Особенности течения кори у взрослых / И.А. Иванова, Ж.Б. Понежева, М.С. Козлова [и др.] // Лечащий врач. — 2018. — № 11. — С. 36.
3. Различия в уровне антител к вирусу кори у взрослых / П.И. Журавлев, М.П. Костинов, Н.Н. Филатов [и др.] // Вакцинология как ответ биологическим угрозам: Сборник тезисов молодых ученых в рамках научной конференции с международным участием, Москва, 18–20 апреля 2019 года / Под редакцией В.В. Зверева. — Москва: Издательство «Перо», 2019. — С. 44.
4. Топтыгина, А.П. Параметры иммунитета у взрослых больных корью в сравнении со здоровыми / А.П. Топтыгина, Ю.Ю. Андреев // Российский иммунологический журнал. — 2022. — Т. 25, № 1. — С. 63–72.



# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 47 (494) / 2023

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

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

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

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

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

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

Номер подписан в печать 06.12.2023. Дата выхода в свет: 13.12.2023.

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

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

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

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

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