

---

---

Научный журнал  
Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского

Основан в марте 2006 г.  
г. Калуга

---

---

Содержание номеров журнала реферируется ВИНТИ

---

---

Журнал включён в систему Российского индекса научного цитирования (<http://elibrary.ru/>)

---

---

---

---

**Научные статьи и доклады**

- социальные и гуманитарные науки
- естественные и технические науки
- психолого-педагогические науки

**Университетские новости**

**Из истории университета**

**Юбилей**

**Научная хроника**

**Рецензии**

***Редакционная коллегия***

**Казак М.А.**, ректор КГУ им. К.Э. Циолковского, кандидат исторических наук, доцент (главный редактор)

**Доможир В.В.**, кандидат экономических наук (заместитель главного редактора)

**Балашова Е.А.**, доктор филологических наук, профессор

**Белова И.Б.**, доктор исторических наук, профессор

**Васильев Л.Г.**, доктор филологических наук, профессор

**Горбачева Е.И.**, доктор психологических наук, профессор

**Ерёмин А.Н.**, доктор филологических наук, профессор

**Краснощеченко И.П.**, доктор психологических наук, профессор

**Лыков И.Н.**, доктор биологических наук, кандидат медицинских наук, профессор

**Маслов С.И.**, доктор педагогических наук, профессор

**Мильтман О.О.**, доктор технических наук, профессор

**Степович М.А.**, доктор физико-математических наук, профессор

**Хачикян Е.И.**, доктор педагогических наук, профессор

**Штрекер Н.Ю.**, доктор педагогических наук, профессор

**Коненкова Н.В.** (ответственный секретарь, технический редактор)

***Адрес редакции:***

248023, г. Калуга, ул. Степана Разина, д. 22/48, комн. 605

**Тел.:** (4842) 50-30-21 **E-mail:** UN@tksu.ru

**Адрес типографии:** Отпечатано «Наша Полиграфия», 248600, г. Калуга, ул. Грабцевское шоссе, 126.

**Учредитель:** Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского

**Распространяется бесплатно**

© КГУ, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Кислов Д.М., Кузьмичева И.А., Эндебера О.П.**

Результаты неонатального скрининга в Калужской области за период 2012-2022 гг..... 4

**Крымская С.А., Кузьмичев В.Е.**

Исследование генетической структуры выборок из семей медоносных пчел методом цифровой морфометрии и анализом локуса COI-COI мтДНК..... 9

**Морозова Н.С.**

Определение бактерицидной эффективности дезинфицирующего средства по отношению к культуре стафилококка..... 13

**Кириллова А.А.**

Современные методы лечения рака..... 16

**Кравченко А.Ю., Сионова М.Н.**

Оценка аддиктивного поведения молодёжи по отношению к употреблению электронных сигарет..... 18

**Гришнова В.И.**

Разработка метода анализа хлора в альтернативном топливе из твёрдых бытовых отходов..... 22

**Коликова И.А., Воронова А.П., Лямичева В.А., Стариков К.В., Болтунова А.А.**

Исследование химического состава снега..... 26

**Шестернина А.Ю., Шестернина С.Ю.**

Исследование метеозависимости студентов Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского..... 29

**Кондрашева И.О., Евсеева А.А.**

Инновационные технологии в лечении и протезировании зубов..... 34

**Вишнякова А.М., Тихонович П.В., Сионова М.Н.**

Исследование риска развития рака кожи у студентов Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского..... 37

**Гаранин Р.А., Богачев Е.А.**

Исследование возможности применения сорбента на основе альгинатов и сухих дрожжей при отравлениях солями тяжёлых металлов..... 41

**Колесов А.В.**

Геоинформационные системы в обучении географии..... 47

**Магомедов Р.А., Малютин А.П.**

Этиология и патогенез хронического гастрита у студентов..... 50

**Муравьева А.С., Лыков И.Н.**

Медико-экологические аспекты антибиотикорезистентности микробиома кожи у членов семьи..... 54

**Абдина И.С., Рахманова А.В., Шурыгина М.Н., Лыков И.Н.**

Чувствительность к антибиотикам стафилококка, выделенного из различных сред..... 61

**Голик Т.А., Евсеева А.А.**

Проблемы репродуктивного поведения населения..... 66

**Аракелян И.Г., Магомедкеримова А.М., Романова А.Н.**

Клинические исследования лекарственных препаратов..... 71

**Ефремова Ю.В., Евсеева А.А.**

Антипрививочный скепсис как проблема современного здравоохранения..... 77

**Сынзыныс Б.И., Момот О.А., Лаврентьева Г.В., Рощенко В.А., Романцова И.В.**

Применение технологии оценки риска для характеристики радиационной и химической опасности при употреблении родниковой воды в г. Обнинске..... 87

**Магомедов Р.А., Везеничева А.А., Абрахманова О.И.**

Влияние экологических факторов на здоровье человека..... 94

**ОБ АВТОРАХ..... 102**

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 612.6.05

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_4

*Д.М. Кислов<sup>1</sup>, И.А. Кузьмичева<sup>2</sup>, О.П. Эндебера<sup>1</sup>***РЕЗУЛЬТАТЫ НЕОНАТАЛЬНОГО СКРИНИНГА В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
ЗА ПЕРИОД 2012-2022 ГГ.**

В статье проводится анализ результатов неонатального скрининга новорождённых по Калужской области за период 2012-2022 гг. Авторами была приведена статистика по подтверждённым и выявленным в группу риска случаям. Была рассчитана популяционная частота следующих заболеваний: фенилкетонурии, адрено-генитального синдрома, врождённого гипотиреоза, муковисцидоза и галактоземии по Калужской области. Полученную популяционную частоту сравнили со средней популяционной частотой по России. Предложена гипотеза о связи повышенной частоты некоторых заболеваний, с демографическим фактором Калужской области – миграцией.

**Ключевые слова:** неонатальный скрининг; популяционная частота; муковисцидоз; фенилкетонурия; галактоземия; врождённый гипотиреоз; моногенные заболевания.

*D.M. Kislov, I.A. Kuzmicheva, O.P. Endebera***RESULTS OF NEONATAL SCREENING IN THE KALUGA REGION  
FOR THE PERIOD 2012-2022**

The article analyzes the results of neonatal screening of newborns in the Kaluga region for the period 2012-2022. The authors provided statistics on confirmed and identified cases in the risk group. The population frequency of the following diseases was calculated: phenylketonuria, adrenogenital syndrome, congenital hypothyroidism, cystic fibrosis and galactosemia in the Kaluga region. The resulting population frequency was compared with the average population frequency in Russia. A hypothesis has been proposed about the relationship between the increased frequency of certain diseases, and the demographic factor of the Kaluga region – migration.

**Key words:** neonatal screening; population frequency; cystic fibrosis; phenylketonuria; galactosemia; congenital hypothyroidism; monogenic diseases.

Неонатальный скрининг является наиболее доступным и эффективным способом обнаружения распространённых наследственных и врождённых заболеваний.

В нашей стране согласно приказу Минздрава России № 185 от 22.03.2006 г. проводится массовый неонатальный скрининг новорождённых на 5 заболеваний [1]. Они включают в себя: фенилкетонурию (ФКУ), галактоземию (ГАЛ), муковисцидоз (МВ), адрено-генитальный синдром (АГС) и врождённый гипотиреоз (ВГ). В Калужской области неонатальный скрининг, на данную группу заболеваний, начинает проводиться с октября 2007 г.

**Целью** данной работы является определение популяционной частоты фенилкетонурии, галактоземии, муковисцидоза, адрено-генитального синдрома и врождённого гипотиреоза по Калужской области за период 2012-2022 гг. и сравнение полученных результатов со средней популяционной частотой данных заболеваний по России.

**Материалы и методы**

Самым первым шагом является забор пятен крови (из пятки) у ребёнка. Забор проводится

у всех доношенных детей на 4 день жизни, а у недоношенных на 7-й день. Время после кормления – не менее 3 часов. Капли крови наносятся на карту для забора и транспортировки биологического материала (тест-бланк) с 5 кругами. Затем бланки высушивают, подписывают и в течение 3 суток проводятся все 5 анализов. Если при скрининге у ребёнка показатели окажутся выше нормы, то его вызовут на повторное взятие крови, уже из пальца.

Неонатальный скрининг в Калужской области проводится в ГБУЗ КО «Калужской областной детской больнице», отделении генетики. С помощью анализатора Vitor2, проводятся количественные измерения уровней: фенилаланина (ФКУ), тиреотропина (ВГ), трипсиногена (МВ), 17 $\alpha$ -ОН-прогестерона (АГС), галактозы и галактоза-1-фосфата (ГАЛ). Проведение анализов происходит строго согласно инструкциям и протоколам, прикладываемых к наборам для их проведения.

В работе проводится анализ данных, полученных из отчетов о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» 2012-2022 гг. [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18,

19, 20, 21]. Для популяционной частоты используются данные по рождаемости, полученные с официального сайта Росстата [8].

### Результаты работы

Результаты исследований приведены в таблицах № 1 и № 2.

Следует отметить, что классический тяжёлый клинический случай галактоземии в Калужской области был подтверждён 1 раз в 2021 году. Вначале была обнажена мутация Q188R, а затем при более тщательном изучении было обнаружено две мутации p.Gln188Arg/p.Pro358Leu. Активность фермента галактозо-1-фосфатуридилтрансферазы составила 4% от нормы. Остальные случаи протекали малосимптомно. Также был ещё

случай с низкой активностью фермента, например, 2017 году с генотипом Q188R/N314D, активность фермента составила 4,46%. Однако показатели галактозы и галактоза-1-фосфата в крови были в разы ниже показателей 2021 года. В отчетах за данный период отмечается 4 подтверждённых случая классической галактоземии I типа, а количество выявленных в группу риска составило 1293, но среди этих 1293 случаев были новорождённые, которые имели тяжёлую мутацию Q188R только по одному аллелю или мутация, прозванная вариантом Дуарте, которые хоть снижали активность фермента, но оставляли её уровне, которой не угрожал здоровью. Таким пациентам также назначалась специализированная диета.

Таблица № 1 – Соотношения и доли подтверждённых и выявленных случаев

| Заболевания                | Сумма подтверждённых случаев | Сумма выявленных в группу риска | Соотношения подтверждённых случаев к выявленным | Доля подтверждённых случаев, % |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|
| Фенилкетонурия             | 22                           | 247                             | 1:11                                            | 8,9                            |
| Врождённый гипотиреоз      | 32                           | 510                             | 1:16                                            | 6,3                            |
| Муковисцидоз               | 25                           | 613                             | 1:25                                            | 4                              |
| Адрено-генитальный синдром | 17                           | 391                             | 1:23                                            | 4,3                            |
| Галактоземия               | 4                            | 1293                            | 1:323                                           | 0,3                            |

Из данных таблицы №1 следует, что наибольшее количество подтверждённых случаев, принадлежит врожденному гипотиреозу, а наименьшее галактоземии. По соотношению между подтверждёнными и выявленными в группу риска случаями ситуация такова, что наименьшее соотношение у галактоземии, а наибольшее у фенилкетонурии. Разброс между подтверждёнными и выявленными в группу риска случаями

в зависимости от болезни может обуславливаться разными факторами, например, недостатком йода у матери (ВГ) или материнской фенилкетонурии – здоровый плод может получать, избыточное количество фенилаланина от матери (ФКУ).

При составлении таблицы № 2 средняя популяционная частота Заболеваний по России бралась из открытых источников [2, 3, 5, 6, 7].

Таблица №2 – Популяционные встречаемости

| Заболевания                | Средняя популяционная частота по России | Средняя популяционная частота по Калужской области |
|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Фенилкетонурия             | 1:7142                                  | 1:5315                                             |
| Врождённый гипотиреоз      | 1:3950                                  | 1:3654                                             |
| Муковисцидоз               | 1:9000                                  | 1:4677                                             |
| Адрено-генитальный синдром | 1:9638                                  | 1:6678                                             |
| Галактоземия               | 1:20149                                 | 1:29231                                            |

Анализируя данные таблицы № 2, видно, что встречаемость всех заболеваний, кроме галактоземии, в Калужской области является повышенной.

1. Частота встречаемости ФКУ выше на 34,3%.

2. Частота встречаемости ВГ выше на 8,1%.

3. Частота встречаемости АГС выше на 44,3%.

4. Частота встречаемости МВ выше на 92,4%.

Встречаемость галактоземии в Калужской области ниже на 45%, средней популяционной частоты данного заболевания по России.

В работе предложена гипотеза связывающая, полученные результаты, с демографическим фактором Калужской области, а именно с миграцией.

По итогам миграции в Калужской области ежегодно (кроме 2019 года) отмечался миграционный прирост (см рис.1). Его пики приходятся на 2014г (9 429 человек), 2016г (7 756 человек) и 2021г (22652 человек). С 2014 миграционный

поток из стран СНГ увеличился в 2 раз по сравнению с прошлым годом и составил 15227. Лидеры: Узбекистан – 5236, Украина – 3253, Республика Молдова – 2262, Армения – 1703, Таджикистан – 1451 [9, 21].

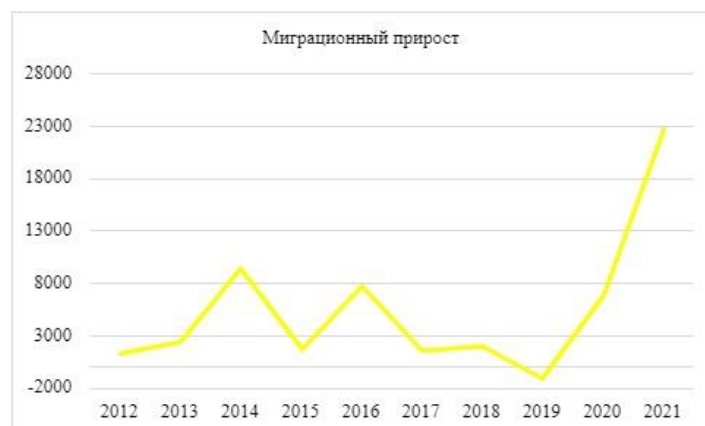


Рисунок 1 – Миграционный прирост

Известно, что аутосомно-рецессивные заболевания наиболее распространены в закрытых этнических группах, характерны для регионов Кавказа и центрально-восточной Азии. Частота ФКУ в Карачаево-Черкесской Республике 1:850 [4], в Турции 1:2600[10], ВГ 1:2300 в Узбекистане [22], 1:2639 в Украине, МВ 1:2500 на Кавказе [23].

Это также объясняет пониженную частоту встречаемости галактоземии объясняет, не характерную для данных стран и регионов.

#### Выводы

Был проведён анализ результатов работы Медико-генетической консультации Калужской Областной Клинической больницы

за 2012-2022 гг. Были определены популяционные частоты исследуемых заболеваний по Калужской области. При сравнении популяционных частот по Калужской области со средними популяционными частотами по России, встречаемость большинства оказалась повышенной (кроме галактоземии), была выявлена сильно повышенная частота муковисцидоза (на 92,4%), также следует отметить повышенные частоты адено-генитального синдрома и фенилкетонурии (44,3% и 34,3% соответственно). Была предложена гипотеза, связывающая повышенную встречаемость заболеваний с миграционным потоком из стран и регионов России, где наиболее распространены данные наследственные заболевания.

#### Список литературы:

1. Приказ Минздравсоцразвития России от 22.03.2006 г. № 185 «О массовом обследовании новорождённых детей на наследственные заболевания» (Письмо Минюста России от 05.05.2006 N 01/3704-ЕЗ (Информация из Минюста России на 11 мая 2006 года)).
2. Вагина, Т.А. Врожденный гипотиреоз: эпидемиология, структура и социальная адаптация [Электронный ресурс] / Т.А. Вагина // МЭЖ. – 2011. – №8 (40). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vrozhdennyu-gipotireoz-epidemiologiya-struktura-i-sotsialnaya-adaptatsiya> (дата обращения: 15.02.2023).
3. Волгина, С.Я. Галактоземия у детей [Электронный ресурс] / С.Я. Волгина, А.Ю. Асанов // ПМ. – 2014. – №9 (85). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/galaktozemiya-u-detey> (дата обращения: 15.02.2023).
4. Гундунова, Полина. Молекулярно-генетические особенности гиперфенилаланинемий в Карачаево-Черкесской Республике: Дис. ... кандидата биологических наук: 03.02.07 – Генетика [Электронный ресурс] / Полина Гундунова. – Москва, 2017. – 104 с. – URL: <https://www.dissercat.com/content/molekulyarno-geneticheskie-osobennosti-giperfenilalaninemii-v-karachaevo-cherkesskoi-respubl>.
5. Кистозный фиброз (муковисцидоз): клинические рекомендации. 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <http://cr.rosminzdrav.ru/schema/372> (дата обращения: 15.02.2023).

6. Мокрышева, Н.Г. Клинические рекомендации «Врождённая дисфункция коры надпочечников (адреногенитальный синдром)» [Электронный ресурс] / Н.Г. Мокрышева, Г.А. Мельниченко, Л.В. Адамян, Е.А. Трошина, Н.В. Молашенко [и др.] // Ожирение и метаболизм. – 2021. – №3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskie-rekomendatsii-vrozhdennaya-disfunktsiya-kory-nadpochechnikov-adrenogenitalnyy-sindrom> (дата обращения: 15.02.2023).
7. Новиков, П.В. Первые итоги расширенного неонатального скрининга на наследственные болезни обмена веществ в Российской Федерации [Электронный ресурс] / П.В. Новиков, А.А. Ходунова // Рос вестник перинатол и педиат. – 2012. – №5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pervye-itogi-rasshirennogo-neonatalnogo-skrininga-na-nasledstvennye-bolezni-obmena-veschestv-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 15.02.2023).
8. Демография. Естественное движение населения. Рождаемость, смертность и естественный прирост. Число родившихся за год [Электронный ресурс] // Росстат. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31606> (дата обращения: 15.02.2023).
9. Федеральная служба государственной статистики территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Калужской области (КАЛУГАСТАТ). Общие итоги миграции населения Калужской области [Электронный ресурс] // Официальный сайт. – URL: [https://40.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Общ%20итоги\\_2010\\_202.pdf](https://40.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Общ%20итоги_2010_202.pdf) (дата обращения: 15.02.2023).
10. Шнейдер, Д.В. Формирование рецептуры безглютеновых смесей для выпечки [Электронный ресурс] / Д.В. Шнейдер // Пищевая промышленность. – 2012. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-retseptury-bezglyutenovyh-smesey-dlya-vypechki> (дата обращения: 15.02.2023).
11. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2012 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2013.
12. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2013 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2014.
13. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2014 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2015.
14. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2015 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2016.
15. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2016 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2017.
16. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2017 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2018.
17. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2018 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2019.
18. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2019 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2020.
19. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2020 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2021.
20. Отчёт о работе отделения генетики ГБУЗ КО «Калужской областной детской больницы» за 2021 год / И.А. Кузьмичёва // Калужская Областная Клиническая больница, Медико-генетическая консультация ЦОЗСиР. – 2022.
21. Селиверстова, Н.Г. Калужская область в цифрах 2012-2018 гг. / Н.Г. Селиверстова, Л.В. Захарова, Н.К. Кириллова // Статистический сборник; Федеральная служба государственной статистики территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Калужской области (КАЛУГАСТАТ). – 2019 г. (мигранты).

22. Ажимуратова, В.Б. Результаты неонатального скрининга некоторых наследственных заболеваний в Республике Каракалпакстан / В.Б. Ажимуратова, О.Г. Шелепова // Министерство Здравоохранения Республики Узбекистан. Вопросы теоретической медицины. – 2015. – 123 с.
23. Riordan, J.R. Identification of the cystic fibrosis gene: cloning and characterization of complementary DNA [Electronic resource] / J.R. Riordan, J.M. Rommens, B. Kerem, N. Alon, R. Rozmahel, Z. Grzelczak, J. Zielenski, S. Lok, N. Plavsic, J.L. Chou [et al.] // Science. – 1989. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2475911/><https://www.fedstat.ru/indicator/31606> (дата обращения: 15.02.2023)

<sup>1</sup>Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

<sup>2</sup>ГБУЗ КО «КОКБ», Медико-генетическая консультация, Калуга, РФ

УДК 575.174:595.799

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_9

*С.А. Крымская, В.Е. Кузьмичев***ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВЫБОРОК  
ИЗ СЕМЕЙ МЕДОНОСНЫХ ПЧЁЛ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ МОРФОМЕТРИИ  
И АНАЛИЗОМ ЛОКУСА COI-COII мтДНК**

В научной статье рассматривается генетическая структура выборок семей медоносных пчёл с использованием цифровой морфометрии и анализа локуса митохондриальной ДНК COI-COII. Сравнивая результаты морфометрического и молекулярно-генетического анализа, мы выявили присутствие гибридов и «южных» пород в популяциях медоносных пчёл. Полученные результаты подчеркивают важность использования обоих методов для точной идентификации и понимания генетической структуры семей медоносных пчёл. Гибридизация и бессистемный завоз пчёл могут влиять на их резистентность к условиям внешней среды и жизнеспособность.

*Ключевые слова:* медоносная пчела; породный состав; зимостойкость; продуктивность; цифровая геометрическая морфометрия; гибридизация; молекулярно-генетический анализ; митохондриальная ДНК.

*S.A. Krymskaya, V.E. Kuzmichev***EXPLORE OF THE GENETIC STRUCTURE OF SAMPLES FROM HONEYBEE FAMILIES  
BY DIGITAL MORPHOMETRY AND ANALYSIS OF THE COI-COII LOCUS  
OF MITOCHONDRIAL DNA**

The scientific article examines the genetic structure of honey bee family samples using digital morphometry and analysis of the COI-COII locus of mitochondrial DNA. Comparing the results of morphometric and molecular genetic analysis, we revealed the presence of hybrids and «southern» breeds in honey bee populations. The obtained results emphasize the importance of using both methods to accurately identify and understand the genetic structure of honey bee families. Hybridization and haphazard delivery of bees can affect their resistance to environmental conditions and viability.

*Key words:* honey bee; breed composition; winter hardiness; productivity; digital geometric morphometry; hybridization; molecular genetic analysis; mitochondrial DNA.

На данный момент увеличивается доля влияния деструктивных процессов, происходящих в популяциях медоносных пчел как в мире в целом, так и в России в частности. Одним из таких процессов является массовая гибель пчел в связи со снижением приспособленности к условиям внешней среды, кроме того, нельзя не сказать о влиянии гибридизации, как об отрицательно воздействующем факторе. Неприспособленные к условиям данной местности пчелы завозятся бесконтрольно [3].

Породную принадлежность учёные оценивают различными методами. Классическим можно назвать морфометрический метод, в частности изучение жилкования переднего крыла. Позже к ним присоединились также молекулярно-генетические методы, из которых самым популярным является анализ полиморфизма межгенного локуса COI-COII митохондриальной ДНК. В большинстве ситуаций данные второй группы методов подтверждают данные, полученные с помощью первых, однако бывают случаи, когда результаты не совпадают [4].

Обратим внимание на то, что молекулярно-генетический анализ мтДНК и некоторых информативных локусов ядерной ДНК появился гораздо позже цифровой морфометрии, и тем более классической морфометрии. Однако же, появление современных методов позволило уточнить и дополнить некоторые данные. Примером может послужить выделение эволюционных ветвей подвидов медоносных пчел. Рассмотрим выделенные на данный момент ветви и остановимся на тех, которые имеют значение для исследований в нашем регионе.

Филогенетическая структура подвидов медоносных пчел выяснялась учёными с помощью морфометрических методов. Так было выяснено, что под действием внешних факторов, медоносные пчелы разделились на 30 подвидов и распространились по территории Старого Света [7-11].

Появление такого разнообразия подвидов, которое мы наблюдаем сейчас, стало возможным только из-за долгого процесса естественного отбора при различных условиях климата и других экологических факторов [1].



До появления новых методов было выделено три группы подвидов медоносных пчел:

1. Ветвь А, которая включает в себя африканские подвиды.

2. Ветвь М, которая включает в себя следующие североафриканские и западноевропейские подвиды: *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera iberica*, *Apis mellifera intermissa*.

3. Ветвь С, включающая в себя подвиды Восточной Европы, Северного Средиземноморья, Ближнего Востока.

Благодаря дальнейшим исследованиям ветвь С разделили на две:

1. Собственно, ветвь С, которая включает в себя подвиды Восточной Европы и Северного Средиземноморья: *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera macedonica*, *Apis mellifera cecropia*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera sicula*.

2. Ветвь О, которая включает в себя подвиды Ближнего Востока и Среднего Востока.

Именно данные по ветвям А, М и С подтвердили благодаря молекулярно-генетическому анализу, а также выделена ветвь О. На данный момент также выделены ветви Y и Z, не получившие общего признания [2].

Митохондриальная ДНК медоносной пчелы – небольшая кольцевая молекула, включающая в себя 16,3 т.п.н., которая наследуется по материнскому типу. Для изучения таксономической принадлежности медоносных пчел по материнской линии на данный момент является анализ полиморфизма межгенного локуса COI-COII митохондриальной ДНК, он может быть длиной от 500 до 1500 п.н. В нашей стране этот метод используют для дифференциации подвида темной европейской пчелы эволюционной ветви М от подвидов краинской и кавказской пород эволюционной ветви С. Из-за того, что на территории Европы аборигенный подвид *Apis mellifera mellifera* L. эволюционной ветви М и интродуцированные подвиды *Apis mellifera carnica* Poll., *Apis mellifera ligustica* Sp. и другими эволюционной ветви С активно обменивались генами, возникло очень много гибридов с измененным генотипом, а темную лесную пчелу признали подвигом, находящимся под угрозой полного исчезновения [3].

Эволюционные ветви медоносной пчелы можно различить по числу копий последовательностей Р и Q. Первая последовательность может быть представлена одним из трех вариантов (P0, P1, P2) или не представлена вовсе, а вторая последовательность может быть представлена от одной до пяти копий. Так восточноевропейские подвиды ветви С отличаются кратчайшей из возможных последовательностей – одна копия Q, Р отсутствует. Более длинная последовательность межгенного локуса представлена у ветвей М, А, Z и Y, они могут быть представлены следующими вариантами локуса: PQ, PQQ, PQQQ, PQQQ и PQQQQ. У среднерусской породы обнаружены несколько вариантов межгенного локуса, а именно PQQ, PQQQ, PQQQQ. Отметим, что определить происхождение пород при помощи структуры межгенного локуса COI-COII можно только по материнской линии [6].

Ранее [5] нами были рассмотрены результаты цифрового морфометрического анализа. Были сформированы выборки, включающие в себя различные классы особей. Отбор проводился исходя из показателей трех индексов. Так, было сформировано 9 выборок по 10 особей, из которых для проведения молекулярно-генетического анализа использовали по 2 особи. Всего таким методом было исследовано 18 особей. Сформированные репрезентативные выборки дискретных групп особей были отправлены в институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской Академии Наук (УФМЦ РАН) для проведения их молекулярно-генетического анализа по межгенному локусу COI-COII и микросателлитным локусам митохондриальной ДНК.

Результат исследования был таким, что у всех исследованных особей в межгенном локусе цитохром-с-оксидазы 1-2 был только 1 фрагмент Q, отсутствовали фрагменты Р. Это значит, что особи выборок принадлежат к южным породам. Заключение института: все семьи принадлежат к эволюционной ветви С. Матки в этих семьях также имеют южное происхождение (*Apis mellifera carnica*). Выборки № 2, 3, 6, 8 и 9 имеют гибридное происхождение. Те же данные мы получили благодаря методу морфометрии. Выборки состояли из представителей южных пород, а также гибридов.

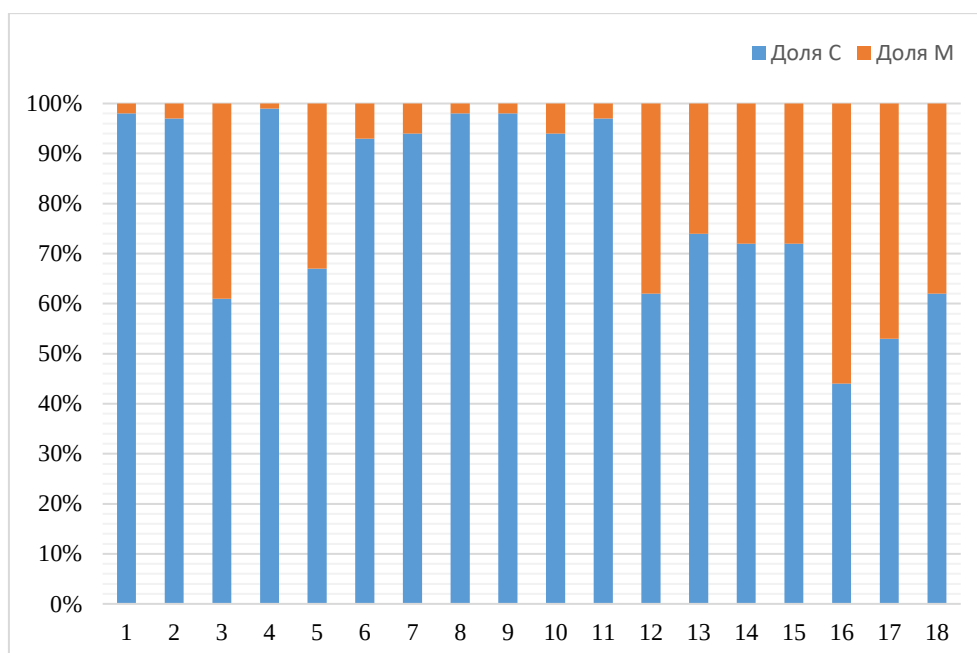


Рисунок 1 – Генетическая структура исследуемых выборок (по результатам молекулярно-генетического анализа)

Министерством сельского хозяйства РСФСР в январе 1979 был утвержден план породного районирования пчёл, для Калужской области были указаны такие породы, как среднерусская, или темная лесная (*Apis mellifera mellifera* L.) и карпатская (*Apis mellifera carnica* var. *ukrainica carpatica*). Ещё раз обратим внимание на результаты обоих анализов. В них не встречались медоносные пчелы среднерусской породы, однако были встречены южные породы, с помощью метода цифровой морфометрии было определено, что некоторые из них принадлежат к карпатской породе. Кроме того, были встречены и другие породы, не рекомендованные к разведению в данных климатических условиях, что может отразиться на жизнеспособности семей медоносных пчел, а также гибриды, наличие которых крайне нежелательно.

Выводы:

1. Сформированные репрезентативные выборки дискретных групп особей были отправлены в институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской Академии

Наук (УФМЦ РАН), проведён молекулярно-генетический анализ по межгенному локусу COI-COII и микросателлитным локусам митохондриальной ДНК, полученные результаты проанализированы, проведено сравнение с результатами анализа, полученными методом цифровой геометрической морфометрии.

2. Данные, полученные двумя методами, совпали: особи медоносных пчел оказались представителями эволюционной ветви С, представителями «южных» пород.

3. Обнаружено наличие гибридов, притом гибриды, которые не идентифицированные методом цифровой морфометрии, оказались гибридами эволюционной ветви С и эволюционной ветви М в различном соотношении.

4. Полученные результаты позволяют ещё раз сказать, что необходимым является использование обоих методов для точной идентификации подвидов и понимания генетической структуры семей медоносных пчел, что может иметь последствия для их резистентности к условиям внешней среды и жизнеспособности.

#### Список литературы:

1. Ильясов, Р.А. Генетическая дифференциация локальных популяций темной лесной пчелы *Apis mellifera mellifera* L. на Урале // Р.А. Ильясов, А.В. Поскряков, А.В. Петухов, А.Г. Николенко // Генетика. – 2015. – Т. 51. – № 7. – С. 792-798.
2. Ильясов, Р.А. Семь генов митохондриального генома, позволяющие дифференцировать подвиды медоносной пчелы / Р.А. Ильясов, А.В. Поскряков, А.Г. Николенко // Генетика – 2016. – Т. 52. – №10. – С. 1176-1184.
3. Киреева, Т.Н. Морфометрическое и генетическое разнообразие медоносной пчелы *Apis mellifera* L. в Томской области: Автореф. дис. ... к.б.н. наук: 03.02.04 – Зоология / Киреева Татьяна Николаевна. – Томск, 2018. – 163 с.

4. Конусова, О.Л. Характеристика морфометрической изменчивости медоносных пчел *Apis mellifera* L., отличающихся вариантами локуса COI-COII мтДНК // О.Л. Конусова, Н.В. Островерхова, А.Н. Кучер, Д.В. Курбатский, Т.Н. Киреева // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. – 2016. – №1 (33).
5. Крымская, С. А., Кузьмичев, В.Е. Результаты цифрового морфометрического анализа породной принадлежности отличающихся по зимостойкости семей медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) // С.А. Крымская, В.Е. Кузьмичев // Материалы Университетской студенческой научно-практической конференции Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. – Калуга, 2022. – 482 с.
6. Островерхова, Н.В. Генетическое разнообразие локуса COI-COII мтДНК медоносной пчелы *Apis mellifera* L. в Томской области / Н.В. Островерхова, О.Л. Конусова, А.Н. Кучер, Т.Н. Киреева, А.А. Воротов, Е.А. Белых // Генетика. – 2015. – Т. 51. – № 1. – С. 89-100.
7. Engel, M.S. The taxonomy of recent and fossil honeybees (Hymenoptera: Apidae; *Apis*) / M.S. Engel // J. Hym. Res. – 1999. – V. 8. – P. 165-196.
8. Hepburn, H.R. Honeybees of Africa / H.R. Hepburn, S.E. Radloff. – Berlin: Springer, 1998. – 130 p.
9. Meixner, M.D. The honey bees of Ethiopia represent a new subspecies of *Apis mellifera* – *Apis mellifera simensis* n. ssp. / M.D. Meixner, M.A. Leta, N. Koeniger, S. Fuchs // Apidologie. – 2011. – V. 42. – P. 425-437.
10. Ruttner, F. Biogeography and Taxonomy of Honey Bees / F. Ruttner. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. – 288 p.
11. Sheppard, W.S. *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from Central Asia / W.S. Sheppard, M.D. Meixner // Api-dologie. – 2003. – V. 34. – P. 367-375.

Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 579.61

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_13

*Н.С. Морозова, О.П. Эндебера\****ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИЦИДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА  
ПО ОТНОШЕНИЮ К КУЛЬТУРЕ СТАФИЛОКОККА**

Данная статья описывает исследование чувствительности диких штаммов *Staphylococcus epidermidis* к бактерицидной активности гипохлорита натрия. *S. epidermidis* является представителем нормальной микрофлоры человека. В последние годы увеличивается их медицинское значение ввиду распространения вызываемых ими нозокомиальных инфекций. В ходе исследования выделенные штаммы подвергались воздействию раствора гипохлорита натрия в разных концентрациях при разных временных интервалах экспозиции. Устойчивость *S. epidermidis* к гипохлориту натрия оценена как низкая. Определена минимальная концентрация, при которой происходит полное уничтожение микроорганизмов – 0,125 %.

**Ключевые слова:** эпидермальный стафилококк; гипохлорит натрия; дезинфицирующие средства; устойчивость микроорганизмов к дезинфектантам; микробиологический мониторинг.

*N.S. Morozova, O.P. Endebera\****DETERMINATION OF THE BACTERICIDAL EFFECTIVENESS OF THE DISINFECTANT  
IN RELATION TO THE CULTURE OF STAPHYLOCOCCI**

This article describes the study of the sensitivity of wild strains of *Staphylococcus epidermidis* to the bactericidal activity of sodium hypochlorite. *S. epidermidis* are representatives of the normal human microflora. In recent years, their medical treatment has been increasing in its role because of the widening spread of nosocomial infections caused by them. During the study, the isolated strains were exposed to a solution of sodium hypochlorite in different concentrations at different time intervals of exposure. Resistance of *S. epidermidis* to sodium hypochlorite was rated as low. The minimum concentration at which the complete destruction of microorganisms occurs has been found to be 0.125%.

**Key words:** *Staphylococcus epidermidis*; sodium hypochlorite; disinfectants; resistance of microorganisms to disinfectants; microbiological monitoring.

**Актуальность исследования.** Стафилококки являются возбудителями значительной части внебольничных и нозокомиальных бактериемий, пневмоний, инфекций кожи и мягких тканей, костей и суставов. Значимость проблемы обуславливает широкое распространение стафилококкового бактерионосительства, постоянная угроза возникновения внутрибольничных инфекций в стационарах различного профиля, прежде всего в родильных и хирургических [2, 5]. Непрерывное увеличение количества заболеваний, в этиологии которых принимают участие стафилококки, объясняется уменьшением активности антибактериальных препаратов по отношению к микроорганизмам и изменением свойств возбудителей, ослаблением иммунитета макроорганизма в условиях техногенного прессинга, при этом болезнь нередко принимает затяжное течение [1]. *Staphylococcus epidermidis* – патогенный стафилококк, способный вызывать нозокомиальные инфекции и обладающий высокой клинической значимостью. В отличие от *S. aureus*, факторы вирулентности

у *S. epidermidis* обнаружены в меньшем количестве, и ведущую роль среди них имеет способность к формированию биопленок [4].

Целью данной работы является установление минимальной эффективной концентрации гипохлорита натрия в отношении *S. epidermidis*.

**Объект исследования:** Дикие штаммы *S. epidermidis*, выделенный со слизистых покровов взрослых здоровых людей.

**Предмет исследования:** Устойчивость *S. epidermidis* к воздействию различных концентраций гипохлорита натрия при разном времени экспозиции.

**Оборудование и методика измерений:** Выделение диких штаммов стафилококка из внешней среды (кожных покровов 3 взрослых здоровых людей) производилось с помощью стерильных ватных тампонов. Тампонами осуществлялся посев на питательную среду МПА (мясопептонный агар) с целью получения суточной стафилококковой культуры для дальнейшей видовой идентификации. Идентификация проводилась с использованием светового микроскопа с иммерсионной оптической системой. Предварительно были приготовлены мазки выделенных

культур, окрашенные по Граму. С помощью микроскопа изучили морфологические и тинкториальные свойства микроорганизмов, зафиксированных в мазках на стекле. Была установлена видовая принадлежность некоторых диких штаммов – *S. epidermidis*. Данные штаммы были выделены для получения чистой культуры.

Чистая суточная культура *S. epidermidis* получена путём посева на питательную среду кМА-ФАНМ (Номенклатурный номер: 01120103. Среда для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов).

В качестве исследуемого дезинфицирующего средства был выбран гипохлорит натрия («Белизна») ввиду его широкой распространенности в условиях лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) [7]. Взял гипохлорит натрия марки «РозБытХим Белизна Стерил» в объёме 5 л (состав: вода очищенная > 30%, гипохлорит натрия > 5% но не > 20%, силикат натрия < 5%, ароматизаторы). Методом разбавления приготовлены различные концентрации гипохлорита натрия: 0,2%; 0,15%; 0,125%; 0,1%; 0,05%; 0,02%, и помещены в стерильные пробирки.

Далее отбирали по 0,5 мл приготовленной суточной культуры *S. epidermidis* и подвергали воздействию гипохлорита натрия путём перенесения автоматическими пипетками в пробирки

с дезинфицирующим раствором в разных концентрациях. Время экспозиции в каждом случае также было различным: 45 секунд, 5 минут, 10 минут, 20 минут. После экспозиции дезинфектантом автоматической пипеткой отбирали по 100 мкл стафилококковой культуры и засеивали на стерильные чашки Петри с питательной средой МПА. Чашки помещали в термостат при температуре 37°C до появления признаков роста.

Количество микроорганизмов определяли согласно ГОСТ 10444.15-94 [3]. Численность микроорганизмов выражали в колониеобразующих единицах на 1 мл питательной среды (КОЕ/мл). Период инкубации микроорганизмов в термостате был увеличен до 2 суток, для учёта роста ослабленных форм бактерий. Количество образцов на каждую точку – 3, и по 3 независимых измерения каждого образца. Процент устойчивых микроорганизмов определяли по формуле:

$$r = \frac{N_{\text{эксп}}}{N_{\text{контр}}} * 100 \%,$$

где  $r$  = процент устойчивых микроорганизмов,  $N_{\text{эксп}}$  – число КОЕ в экспериментальной пробе,  $N_{\text{контр}}$  – число КОЕ в контрольной пробе.

Результаты предварительного эксперимента по установлению диапазона концентраций и времени экспозиции, релевантных для измерения антибактериальной эффективности, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Наличие роста микроорганизмов на питательной среде после инкубации с раствором гипохлорита натрия

| Концентрация белизны, % | Время экспозиции |         |          |          |
|-------------------------|------------------|---------|----------|----------|
|                         | 45 секунд        | 5 минут | 10 минут | 20 минут |
| 0,2                     | -                | -       | -        | -        |
| 0,15                    | +                | -       | -        | -        |
| 0,125                   | +                | -       | -        | -        |
| 0,1                     | +                | -       | -        | -        |
| 0,05                    | +                | +       | -        | -        |
| 0,02                    | +                | +       | +        | -        |

Концентрация гипохлорита натрия 0,2% показала высокую эффективность в подавлении роста *S. epidermidis* при любом времени экспозиции. Концентрация 0,15% показала эффективность, схожую с меньшей концентрацией 0,125%, подавляя рост микроорганизмов при времени экспозиции 5, 10 и 20 минут, но не 45 секунд. Время экспозиции 20 минут оказалось достаточным для подавления роста микроорганизмов при всех исследуемых концентрациях.

Экспозиция в ходе 45 секунд оказалась недостаточно эффективной при всех концентрациях, кроме 0,2%.

Количественный эксперимент был проведён с использованием концентраций не более 0,125% при времени экспозиции 5 и 10 минут. Его результаты приведены в таблице 2.

Почти полное подавление роста *S. epidermidis* происходило при относительных концентрациях гипохлорита натрия 0,125 и 0,1%. При относительных концентрациях 0,05 и 0,02% наблюдался сплошной рост.

Таблица 2 – Количество выросших колоний на чашках Петри, КОЕ/мл:

| Концентрация белизны, % | Время экспозиции        |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                         | 5 минут                 | 10 минут                |
| 0 (Контроль)            | $542 \cdot 10^3 \pm 54$ | $542 \cdot 10^3 \pm 54$ |
| 0,125                   | $50 \pm 4$              | $0 \pm 0$               |
| 0,1                     | $752 \pm 12$            | $369 \pm 61$            |
| 0,05                    | $443 \cdot 10^2 \pm 52$ | $138 \cdot 10^2 \pm 22$ |
| 0,02                    | $836 \cdot 10^2 \pm 45$ | $350 \cdot 10^2 \pm 25$ |

Устойчивость микроорганизмов к концентрациям 0,125 и 0,1% при времени экспозиции 5 и 10 минут составила менее 1%. Устойчивость к концентрации 0,05% при времени экспозиции 5 минут составила 8,17%, 10 минут – 2,55%. Устойчивость к концентрации 0,02 % при экспозиции 5 минут составила 15,42 %, 10 минут – 6,46%.

*Выводы:*

1) полное уничтожение микроорганизмов наблюдалось при воздействии минимальной

концентрацией гипохлорита натрия 0,125% в течение минимум 10 минут;

2) концентрации гипохлорита натрия 0,05% и ниже не оказывали достаточный бактерицидный эффект. Процент устойчивых микроорганизмов при времени экспозиции 5 минут достигал 8% и выше;

3) *S. epidermidis*, в соответствии с данными литературы [6, 8], проявляли высокую чувствительность к дезинфектанту в концентрациях ниже стандартных (от 0,5%), формирование резистентности выражено слабо.

*\*Научный руководитель – О.П. Эндебера, кандидат биологических наук, доцент.*

*Список литературы:*

1. Бакшеева, С.С. Стафилококковое бактерионосительство, как критерий экологического неблагополучия среды обитания человека / С.С. Бакшеева, И.В. Сергеева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6.
2. Брусина, Е.Б. Профилактика внутрибольничных гнойно-септических инфекций в хирургических стационарах: новый взгляд на старую проблему / Е.Б. Брусина // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2006. – № 1. – С. 18-21.
3. ГОСТ 10444.15-94. ПРОДУКТЫ ПИЩЕВЫЕ. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, введен в действие Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации 21 февраля 1995 г. N 77 Дата введения 1996-01-01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022648> (дата обращения 17.03.2023)
4. Fey, P.D. Current concepts in biofilm formation of *Staphylococcus epidermidis* / P.D. Fey, M.E. Olson // Future microbiology. – 2010. – V.5(6). – P. 917-933.
5. Красилова, Е.В. Клинико-патогенетическое значение носительства стафилококков у часто болеющих респираторными заболеваниями детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е.В. Красилова. – Астрахань, 2003. – 22 с.
6. Присакарь В.И. Чувствительность возбудителей внутрибольничных гнойно-септических инфекций к дезинфицирующим средствам [Электронный ресурс] / В.И. Присакарь, Д.Ю. Спэтару // Медицинский альманах. – 2015. №5 (40). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chuvstvitelnost-vozbuditeley-vnutribolnichnyh-gnoyno-septicheskikh-infektsiy-k-dezinfitsiruyuschim-sredstvam> (дата обращения: 17.04.2023).
7. Rutala, W.A. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities / W.A. Rutala, D.J. Weber // Clin Microbiol Rev. – 1997. – V.10(4) – P. 597-610.
8. Шкарин, В.В. Региональный мониторинг устойчивости микроорганизмов к дезинфектантам: итоги и перспективы [Электронный ресурс] / В.В. Шкарин, Н.В. Саперкин, О.В. Ковалищева, А.С. Благоданова, И.Ю. Широкова, А.А. Кулюкина // Медицинский альманах. – 2012. – №3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnyy-monitoring-ustoychivosti-mikroorganizmov-k-dezinfektantam-itogi-i-perspektivy> (дата обращения: 17.03.2023).

Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 616-006

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_16

А.А. Кириллова

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ РАКА

В данной статье будут рассмотрены методы лечения опухолей с помощью иммунных клеток. Такое лечение позволяет эффективно убивать раковые клетки, не затрагивая здоровые ткани организма. Была проведена обзорная и аналитическая работа с использованием зарубежных и отечественных источников, позволившая выявить преимущества иммунотерапии рака по сравнению с классическими методами.

**Ключевые слова:** опухоль; т-лимфоциты; cat-t клеточная терапия; химерный рецептор; иммунная терапия.

А.А. Kirillova

## MODERN CANCER TREATMENT METHODS

In this article, methods of treating tumors with the help of immune cells will be considered. Such treatment allows you to effectively kill cancer cells without affecting healthy body tissues. A review and analytical work was carried out using foreign and domestic sources, which made it possible to identify the advantages of cancer immunotherapy compared with classical methods.

**Key words:** tumor; t-lymphocytes; cat cell therapy; chimeric receptor; immune therapy.

Суть car-t клеточной терапии заключается в модификации рецептора собственных т-клеток пациента. Химерные антигенные рецепторы (CAR) – это сконструированные слитые белки, предназначенные для нацеливания Т-клеток на антигены, экспрессируемые на раковых клетках. CAR Т-клетки в настоящее время являются признанным методом лечения пациентов с рецидивирующими и / или рефрактерными В-клеточными лимфомами [2].

Развитие опухоли происходит в 3 фазы:

1. Фаза элиминации. В эту фазу опухолевые клетки активно уничтожаются иммунной системой. Фаза заканчивается или полным уничтожением опухоли, или установлением временного равновесия между ростом опухоли и уничтожением её иммунной системой.

2. Фаза равновесия. В эту фазу иммунная система сдерживает рост опухоли, но не может уничтожить все раковые клетки. Активно размножаются клетки опухоли, способные эффективно противостоять иммунному ответу.

3. Фаза избегания. Иммунная система больше не может сдерживать рост опухоли. Иммунный ответ происходит, но он не может уничтожить все раковые клетки. Они активно его подавляют.

Данная концепция легла в основу car-t клеточной терапии. Она является формой адаптивной терапии [1].

Т-лимфоциты является потомком гемопоэтической клетки стволового мозга. Затем он мигрирует в тимус, в котором проходят этап антигеннезависимой дифференцировки. Суть дифференцировки заключается в построении нужных рецепторов. Рецепторы CD4 и CD8 строятся

на более поздних стадиях, поэтому лимфоциты на этом этапе называются двойными негативными. На следующей стадии производятся оба рецептора. Такие клетки носят называются двойными позитивными. Далее лимфоцит будет выставлять на своей поверхности только один рецептор. CD8 характерен для цитотоксического т-лимфоцита, а CD4 рецептор для т-хелпера. Такой лимфоцит называется наивным. Встретившись с антигеном, он активируется и начинает выполнять свои функции в организме [1].

Зрелые т-клетки имеют на своей поверхности TCR (т-клеточный рецептор). Он состоит из двух цепей и принадлежит суперсемейству иммуноглобулинов. Сходные по строению цепи могут принадлежать к двум классам: альфа и бета, дельта и гамма. Большинство зрелых клеток имеют альфа и бета цепи. Только один Т-клеточный рецептор не может активировать Т-клетку. Он является частью рецепторного комплекса, в котором сочетание нескольких структур обеспечивает возникновение сигнала. К этим структурам относятся: CD3-комплекс (CD3γ-, CD3δ-, CD3ε-цепи) и ζ-цепи, которые содержат ITAMs (*immunoreceptor tyrosine-based activation motifs*). После распознавания антигена происходит фосфорилирование тирозиновых остатков ITAMs, в результате чего запускается весь сигнальный каскад. Такой сигналинг называется сигналом 1, он необходим, но не достаточен для активации Т-клеток. Для активации необходимо сочетание сигнала 1 и сигнала 2. Сигнал 2 представляет собой взаимодействие корцептора с соответствующим лигандом антигенпрезентирующей клетки [1].

Костимулирующие рецепторы делают стабильнее взаимодействие антигенного рецептора и комплекса «пептид-МНС», которое может быть недостаточным по времени или недостаточно прочным. Также наличие двух сигналов необходимо для того, чтобы активация клеток происходила только в нужный момент. Активированный Т-лимфоцит убивает заражённую клетку или выделяет цитокины, привлекающие другие иммунные клетки. Таким образом, Т-клеточный рецептор состоит из антиген-специфических  $\alpha$ - и  $\beta$ -цепей, связанных с комплексом CD3, который определяет целевой антиген, представленный в контексте главного комплекса гистосовместимости (МНС).

Основной задачей химерного комплекса является высвобождение цитотоксического потенциала т-лимфоцитов. Он является продуктом синтеза нескольких рецепторов и заменяет собой TCR.

CAR включает эктодомен, трансмембранный домен и эндодомен.

1. **Эктодомен**, или внеклеточный домен, (распознающая часть) представляет собой одноцепочечный изменяемый фрагмент моноклонального антитела (scFv). Он отвечает за распознавание опухоли-специфического антигена и образует антигенсвязывающий участок.

2. **Гибкая шарнирная область** (чаще всего используется шарнир иммуноглобулина G1). Необходима для отклонения антигенраспознающего фрагмента в стороны для облегчения его связывания с антигеном.

3. **Трансмембранный домен**, или **спейсер**, (связывающая часть) соединяет эктодомен и эндодомен, придает рецептору гибкость, повышает доступность. Обычно является частью внутриклеточного домена.

4. **Эндодомен**, или внутриклеточный домен, (костимулирующий домен) берется из Т-рецепторного комплекса – это одна из частей димера  $\zeta$ -цепи. Его функция – активация Т-клеток.

Все эти домены собраны в аминокислотную цепь, кодируемую одним геном. Это дает возможность целенаправленно активировать т-клетки, не завися при этом от главного комплекса гистосовместимости. Так можно распознавать не только пептидные антигены [2].

Далее т-клетки с химерным рецептором вводятся обратно в организм пациента. Там они, циркулируя в кровеносном русле, прицельно убивают опухолевые клетки. Но в отличие от классической химиотерапии не отравляют организм токсичными метаболитами. Вред здоровью пациента становится гораздо меньше [3].

Преимущества car-t клеточной терапии:

1. Не затрагивает здоровые клетки.
2. Эффективно уничтожает опухолевые клетки.
3. Нет токсичных метаболитов.

Сегодня стандартом лечения опухолей является сочетание химического и физического воздействия. Но силы иммунитета организма ещё находятся в процессе изучения. И в будущем использование собственных ресурсов организма станет стандартом в борьбе со злокачественными новообразованиями.

#### Список литературы:

1. Хасаншина, Зухра. Способны ли CAR-T-клетки уничтожить опухоль? [Электронный ресурс] / Зухра Хасаншина // Биомолекула: [сайт]. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/sposobny-li-car-t-kletki-unichtozhit-opukhol> (дата обращения: 27.04.2023).
2. Кувшинов А.Ю. Современные представления о car T-клеточной терапии [Электронный ресурс] / А.Ю. Кувшинов, С.В. Волошин, А.А. Кузьева, В.А. Шуваев, М.А. Михалева, И.С. Мартынкевич, А.В. Четкин, С.С. Бессмельцев // КиберЛеника: [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-predstavleniya-o-car-t-kletochnoy-terapii> (дата обращения: 27.04.2023).
3. Штыров, Е.М. Car T-клеточная терапия как современный метод лечения онкологических заболеваний [Электронный ресурс] / Евгений Михайлович Штыров, Руслан Андреевич Зотов, Анна Васильевна Лапштаева // КиберЛеника: [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/car-t-kletochnaya-terapiya-kak-sovremennyy-metod-lecheniya-onkologicheskikh-zabolevaniy> (дата обращения: 27.04.2023).

Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, Калуга, РФ



УДК 159.9.072: 37.013.42

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_18

*А.Ю. Кравченко, М.Н. Сионова***ОЦЕНКА АДДИКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ МОЛОДЁЖИ  
ПО ОТНОШЕНИЮ К УПОТРЕБЛЕНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ СИГАРЕТ**

В статье приведены результаты оценки поведения молодёжи по отношению к употреблению электронных сигарет у студентов первого и второго курса КГУ им. К.Э. Циолковского, а также студентов других университетов и выпускников школ города Калуги (11 класс). Оценка выполнена на основе анализа результатов анкетирования, проведённого в феврале 2023 года.

*Ключевые слова:* аддиктивное поведение; электронные сигареты; курение; зависимость; состояние.

*A.Y. Kravchenko, M.N. Sionova***ASSESSMENT OF ADDICTIVE BEHAVIOR OF YOUNG PEOPLE  
IN RELATION TO THE USE OF ELECTRONIC CIGARETTES**

The article presents the results of assessing the behavior of young people in relation to the use of electronic cigarettes among first and second year students of K.E. Tsiolkovsky KSU, as well as students of other universities and school graduates of Kaluga (11th grade). The assessment is based on the analysis of the results of the survey conducted in February 2023.

*Key words:* addictive behavior; electronic cigarettes; smoking; addiction; condition.

**Введение.** Согласно исследованию, опубликованному в *ERJ «Open Research»*, чем чаще подростки говорят, что видели рекламу электронных сигарет, тем чаще они их используют [1]. В нашей стране подобная реклама запрещена (Статья 16. (в ред. Федерального закона от 31.07.2020 N 303-ФЗ)) [3]. Однако потребление электронных сигарет возрастает с каждым годом. Реклама, размещенная в социальных сетях, привлекает внимание аудитории, начиная примерно с 14 лет, дальше частота употребления растёт. Это оказывает влияние на здоровье человека, так как подобные электронные устройства вызывают рак, заболевания лёгких и сердца. Очевидно, что в целях обеспечения медицинской безопасности студентов, необходимо с первых курсов проводить мероприятия, осведомляющие о возможных последствиях употребления и примерном химическом составе данных веществ. Помимо разъяснительной работы следует проводить оценку ситуации с распространением потребления электронных сигарет среди молодёжи.

Целью данной работы являлось выявление склонности к употреблению электронных сигарет в возрасте от 18 до 22 лет.

В задачи исследования входило:

1. Организация и проведение on-line тестирования в соответствии с выбранными методиками.

2. Анализ результатов теста.

3. Определение уровня аддиктивного поведения молодёжи (по отношению к употреблению электронных сигарет) в г. Калуга

**Материалы и методы.** Для данной работы была выбрана тестовая методика, разработанная на кафедре общей гигиены, экологии и радиационной медицины УО «Гомельского государственного медицинского университета» [4]. В ходе исследования оценивались такие показатели, как самочувствие, настроение, активность, аппетит, сон, коммуникабельность. Также были добавлены некоторые вопросы из теста Фагерстрема [2], одного из самых популярных тестов по данной проблеме. Во второй части опросника большее внимание уделялось времени и месту использования электронных сигарет. Для обобщения материала были добавлены такие вопросы: «Где вы впервые узнали об электронных сигаретах?», «Что привлекло вас в электронных сигаретах?», они не оцениваются баллами.

Анализ результатов анкетирования проводился путём подсчёта полученных респондентами баллов

**Результаты и обсуждение.** В ходе анкетирования 64 респондентов проводилось определение их склонности к аддиктивному поведению.

Результаты анкетирования по методике «Гомельского государственного медицинского университета», отображены на гистограммах (рис. 1-6).

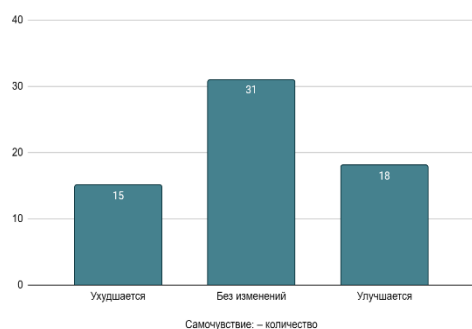


Рисунок 1 – Оценка самочувствия респондентов на примере употребления электронных сигарет

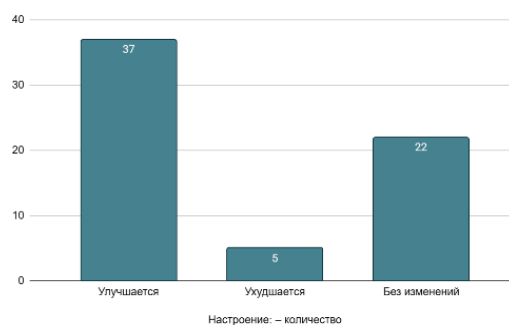


Рисунок 2 – Оценка настроения респондентов на примере употребления электронных сигарет

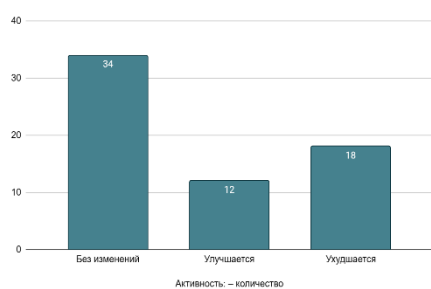


Рисунок 3 – Оценка активности респондентов на примере употребления электронных сигарет

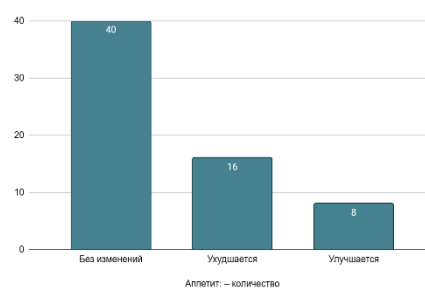


Рисунок 4 – Оценка аппетита респондентов на примере употребления электронных сигарет

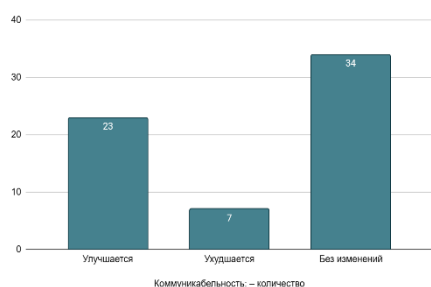


Рисунок 5 – Оценка коммуникабельности респондентов на примере употребления электронных сигарет

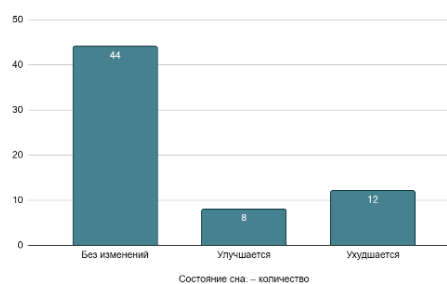


Рисунок 6 – Оценка состояния сна респондентов на примере употребления электронных сигарет

В опросе принимали участие: 64,1% лиц женского и 35,9% мужского пола; 45,3% – учащиеся выпускных классов, 40,6% – 1 курс, 14,1% – 2 курс. Место жительства студентов до поступления в вуз – преимущественно Калужская область, 70,3% (другой регион России – 23,4% и 6,3% – зарубежные страны).

Расчёт степени выраженности аддиктивного поведения проводился следующим образом. По каждому вопросу за ответ «улучшается» –

присваивается 2 балла, «ухудшается» – 1 балл, «без изменений» – 0 баллов.

Таким образом: 0-2 – слабая степень выраженности зависимости; 3-6 – средняя степень выраженности зависимости; 7-8 – выраженная зависимость.

Результаты оценки аддиктивного поведения молодёжи (по отношению к употреблению электронных сигарет) отображены на графике (рис. 7).

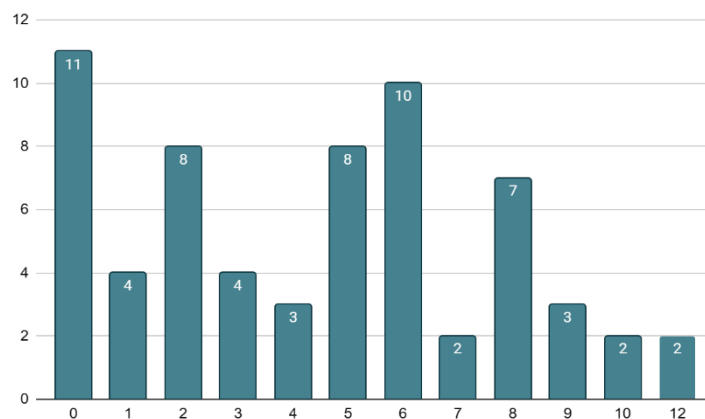


Рисунок 7 – Результаты по методике Гомельского государственного университета, где по оси x – баллы, y – количество респондентов

Расчёт степени выраженности аддиктивного поведения позволил установить у 16 респондентов выраженную зависимость от электронных сигарет. У 25 человек установлена средняя степень зависимости. Примерно такое же количество (23 респондента) характеризуется слабой степенью выраженности зависимости от электронных сигарет.

Анкетирования по методике Фагерстрема (Оценка степени никотиновой зависимости) позволило получить следующие результаты.

В опросе принимали участие: 64,1% лиц женского и 35,9% мужского пола, 45,3% – учащиеся

выпускных классов, 40,6% – 1 курс, 14,1% – 2 курс. Место жительства до поступления в вуз – преимущественно Калужская область, 70,3%. (Другой регион России – 23,4% и 6,3% – зарубежные страны).

Расчёт степени выраженности аддиктивного поведения вычислялся следующим образом (таблица 1).

Таким образом: 0-1 – слабая зависимость, 2-3 – средняя зависимость, 4 – высокая зависимость

Результаты расчётов представлены на рисунке 8.

Таблица 1 – вопросы из методики Фагерстрема и система оценивания

| Вопрос                                                                        | Баллы                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Как скоро, после того как Вы просыпаетесь, Вы выкуриваете первую сигарету?    | 6-30 мин (2 балла) 30-60мин (1 балл) через 1 час (0 баллов) |
| Сложно ли для Вас воздержаться от курения в местах, где курение запрещено?    | да (1 балл) нет (0 баллов)                                  |
| Курите ли Вы, если сильно больны и вынуждены находиться в кровати целый день? | да (1 балл) нет (0 баллов)                                  |

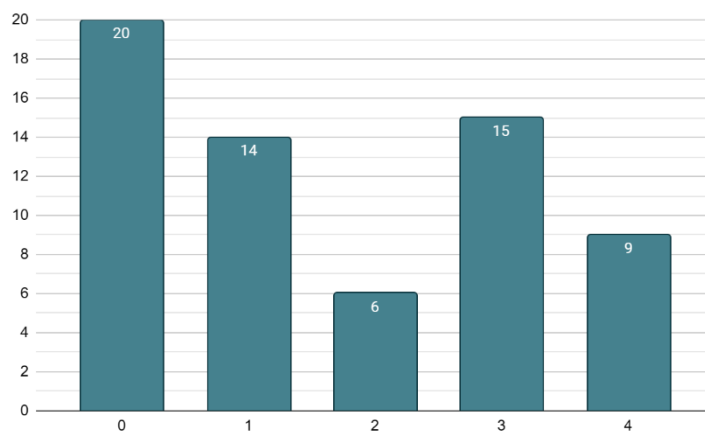


Рисунок 8 – Результаты по методике Фагерстрема, где по оси x – баллы, y – количество респондентов

Результаты, полученные при использовании данной методики, отличаются от результатов расчётов по методике Гомельского государственного университета.

У 34 человек установлена слабая зависимость; у 21 человека – средняя зависимость; и только у 9 человек – высокая зависимость.

Анализ результатов анкетирования показал, что у некоторых респондентов имеется склонность к употреблению электронных сигарет, однако большая их часть имеет слабую зависимость (или её полное отсутствие).

Далее при обработке и анализе результатов опроса исследовалось изменение степени зависимости от электронных сигарет в различных возрастных группах (рис. 9).

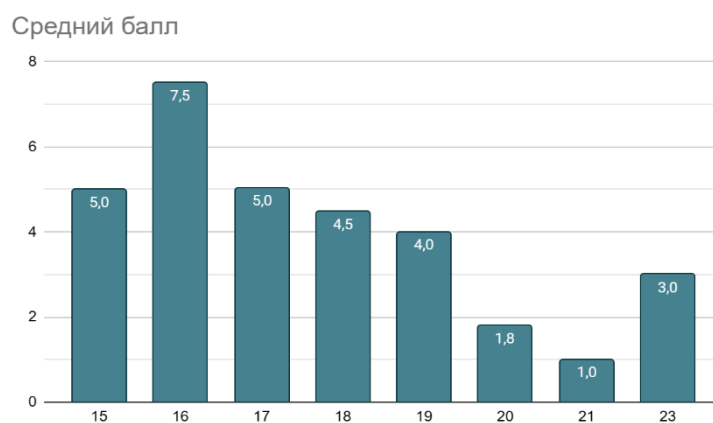


Рисунок 9 – Результаты по методике Гомельского государственного университета, расположенные по возрастной группе

В возрасте 18-19 лет – преимущественно средняя степень зависимости, от 20-23 зависимость снижается или отсутствует.

Также респондентов попросили указать, где чаще всего они сталкивались с употреблением электронных сигарет: 57,8% отметили школу, 25% указали интернет, оставшаяся группа узнала об этом источнике никотина через друзей, знакомых и на улицах города Калуги (Где вы впервые узнали об электронных сигаретах?). Немаловажный вопрос относится к проблеме выбора данного устройства, половина респондентов ответили, что их привлек выбор вкуса,

28,1% отметили несхожесть с другими источниками никотина, 21,9% указали на распространенность среди окружения. (Что привлекло вас в электронных сигаретах?).

**Заключение.** На основе проведенного можно сделать вывод о том, что молодые люди в возрасте 17-18 лет начинают употреблять электронные сигареты (большая их часть узнала об устройствах в школе), люди в возрасте 22-23 отказываются от употребления электронных сигарет или минимизируют их использование.

#### Список литературы:

1. Exposure to e-cigarette adverts linked to teenagers using e-cigarettes and smoking [Electronic resource]. – URL: <https://www.ersnet.org/news-and-features/news/exposure-to-e-cigarette-adverts-linked-to-teenagers-using-e-cigarettes-and-smoking/> (дата обращения: 09.02.2023).
2. Heatherton, T.F. (1991). The Fagerstrom Test for Nicotine Dependence: a revision of the Fagerstrom Tolerance Questionnaire / T.F. Heatherton, L.T. Kozlowski, R.C. Frecker, K.O. Fagerstrom // Br J Addict 86:1119-27.
3. Федеральный закон от 23.02.2013 N 15-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма, последствий потребления табака или потребления никотинсодержащей продукции» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_142515/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142515/) (дата обращения: 12.02.2023).
4. Экологическая медицина: учеб. пособие / В.Н. Бортновскийи [др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 184 с.

УДК 54.062

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_22

*В.И. Гришнова, А.К. Ахлебинин\****РАЗРАБОТКА МЕТОДА АНАЛИЗА ХЛОРА В АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ ИЗ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Одним из путей утилизации твёрдых бытовых отходов является их использование в цементной промышленности в качестве источника энергии. Важной характеристикой альтернативного топлива из твёрдых бытовых отходов является содержание хлора. Продукты сгорания хлорсодержащего топлива оказывают негативное влияние на окружающую среду. Разработан метод анализа хлора путём спекания пробы с плавнем и последующим растворением в кислоте. Метод проверен на материалах с различным содержанием хлора при разных температурах. Подтверждена пригодность метода на стандартном образце альтернативного топлива с известным содержанием хлора.

*Ключевые слова:* твёрдые бытовые отходы (ТБО); альтернативное топливо; сжигание отходов; хлор; аналитические методы; коррозия.

*V.I. Grishnova, A.K. Akhlebinin\****DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ANALYZING CHLORINE IN ALTERNATIVE FUELS FROM MUNICIPAL SOLID WASTE**

One of the ways of municipal solid waste disposal is their use in the cement industry as a source of energy. An important characteristic of alternative fuel from solid household waste is the chlorine content. The combustion products of chlorine-containing fuel have a negative impact on the environment. A method for analyzing chlorine by sintering a sample with a melt and then dissolving in acid has been developed. The method has been tested on materials with different chlorine content at different temperatures. The suitability of the method on a standard sample of an alternative fuel with a known chlorine content has been confirmed.

*Key words:* municipal solid waste (MSW); alternative fuel RDF; waste incineration; chlorine; analytical methods; corrosion.

Во всём мире, и, в частности, в России, актуальной является проблема утилизации твёрдых бытовых отходов (ТБО) [1]. Они содержат компоненты с относительно высокой теплотой сгорания (бумага, картон, древесина, пластмассы) [2].

Альтернативное топливо (АТ) – это топливо, приготовленное по специальной технологии из ТБО, которое может быть использовано в цементной промышленности вместо природного топлива. Альтернативными видами топлива считаются ТБО 4-5 класса опасности (полимеры, бумага, текстиль, дерево, кожа и автомобильные шины) [3].

Использование АТ в качестве замены ископаемого топлива (угля, нефти, газа) позволяет снизить выбросы углекислого газа в атмосферу. Сжигание топлива в цементных печах оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, чем сжигание ТБО на мусоросжигательных заводах [2].

Использование цементной печи для сжигания ТБО имеет много преимуществ, таких как:

- нейтрализация кислых газов – оксидов серы и хлороводорода активной известью, содержащейся в материале;
- тяжёлые металлы поглощаются структурой клинкера;

– не образуются побочные продукты (зольные или жидкие осадки от очистки газа);

– используется теплотворная способность отходов;

– достигается высокая температура пламени (до 2000 °С) [4].

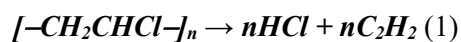
Однако такое топливо может содержать ряд вредных примесей, например, хлор. При сгорании возможно образование выбросов в атмосферу хлорсодержащих соединений (хлороводород, диоксины, хлорфураны и т.д.), обладающих токсичными свойствами и высокой коррозионной активностью.

Поэтому актуальной является разработка метода точного определения содержания хлора в альтернативном топливе из ТБО [5].

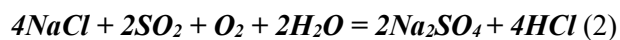
В ТБО хлор попадает из двух основных источников: пластмассы, в основном, поливинилхлорид (ПВХ) как источник органического хлора, и пищевые отходы в качестве источника неорганического хлора.

Хлорсодержащие органические соединения имеют низкую энергию связи ( $E_{\text{св}}(\text{C-Cl})$  в ПВХ = 397 кДж/моль) по сравнению с неорганическими хлоридами ( $\text{NaCl} = 787$  кДж/моль,  $\text{KCl} = 717$  кДж/моль) [6], что влияет на их теплоту сгорания.

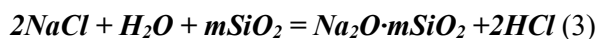
Проведено исследование образцов альтернативного топлива с целью рассмотрения процесса образования хлороводорода из хлоридов [7]. На этапе сгорания ПВХ хлороводород начинает выделяться между 200°C и 360°C [8] и почти полностью разлагается при 550°C [9] из-за термического разложения в сочетании с деполимеризацией. Это преобразование ПВХ показано на схеме 1 [10]:



Хлориды неорганической природы (NaCl и KCl), находящиеся в бытовых отходах, испаряются при температуре 800°C [11] и частично превращаются в хлороводород. Выяснено, что после выдерживания навески при температуре 780°C в течение 1,5 часа 55% NaCl, содержащегося в пробе, улетучилось в виде хлороводорода [12]. Низкое извлечение хлора из неорганических хлоридов было предположительно связано с тем, что большая часть хлора осталась в золе. Участие сернистого газа улучшает скорость превращения NaCl в HCl и предотвращает связывание хлора в отложениях в промышленном оборудовании, схема 2 [13]:



Кроме того, некоторые неорганические материалы, такие как SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, играют роль в формировании HCl из NaCl (схема 3) [14]:



Установлено, что температура играет главную роль в испарении хлора как для ПВХ, так и для хлорида натрия [7].

Из-за непостоянного содержания хлора в ТБО и различного его происхождения (органическое и неорганическое), существует необходимость в аналитических измерениях хлоридов в АТ и для исследования теплового поведения хлора в процессе сжигания в реальных его образцах.

Для исследования были выбраны 3 материала с различным содержанием хлора, производственная проба альтернативного топлива и импортный стандартный образец с известным содержанием хлора.

Проведено сравнение двух аналитических методов – метода согласно ГОСТ 33515-2015 (сжигание навески топлива в калориметрической

бомбе с последующим определением хлора методом титрования) и разработанного нами метода сплавления навески АТ с плавнем в платиновом тигле в муфельной печи, с последующим растворением в кислоте. Изучено влияние таких параметров, как подбор плавня, температуры, времени выдержки.

При анализе научной литературы было отмечено три основных метода определения содержания хлорид-иона в АТ: титриметрический, жидкостная хроматография, автоматический элементный анализатор [7]. В данном исследовании использован титриметрический метод Фольгарда (обратное титрование), суть которого заключается в растворении хлорсодержащей навески с плавнем в азотной кислоте и дальнейшем титровании стандартным раствором тиоцианата аммония. Индикатором служат железоаммонийные квасцы, способные образовывать с SCN-растворимые в воде комплексные ионы, окрашенные в интенсивно-красный цвет.

Существует метод по ГОСТу [4], суть которого заключается в сжигании навески топлива в атмосфере кислорода, улавливании хлоридов адсорбирующим раствором и последующим их определении титриметрическим методом.

Но, как показывает опыт, в калориметрической бомбе хлориды в пробе альтернативного топлива могут быть определены не полностью. Зола после сжигания пробы по методике ГОСТ не участвует в дальнейшем анализе, а в ней вероятно присутствие хлоридов неорганической природы. Адсорбирующий раствор является неустойчивым, и количество растворившегося иона хлора зависит от полноты сжигания пробы, используемого поглотителя, длительности хранения данного раствора.

Альтернативное топливо завода «Холсим (Рус) СМ» (п. Ферзиково) – это гетерогенный материал, содержащий хлор как неорганической природы (пищевые отходы), так и органической (пластмассы).

Проведён подбор подходящих плавней для эффективного извлечения хлора из пробы АТ (таблица 1). Анализ выполнен по предложенному методу, выявлена зависимость: лучшим плавнем при использовании является смесь Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и NaHCO<sub>3</sub> (1:1).

На рисунке 1 представлена зависимость массовой доли хлорид-иона от времени сплавления пробы альтернативного топлива. Для исследования выбраны временные промежутки: 15, 30, 45, 60 мин. Выявлено оптимальное время сплавления – 30 мин.

Таблица 1 – Подбор плавней для извлечения хлора из пробы альтернативного топлива при  $T = 850^{\circ}\text{C}$  и времени 30 минут

| Плавень                                 | Смесь $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{NaHCO}_3(1:1)$ | Смесь $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7(2:1)$ |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Число испытаний (n)                     | 7                                                      | 7                                                                       |
| Среднее значение $w(\text{Cl}^-)$ , %   | 0,25                                                   | 0,11                                                                    |
| Среднее квадратическое отклонение (СКО) | 0,021                                                  | 0,022                                                                   |

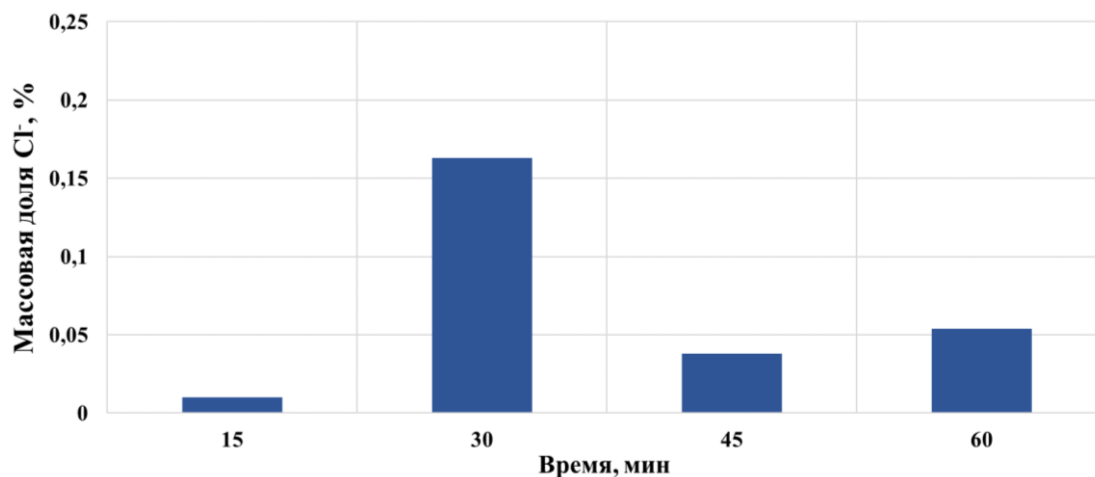


Рисунок 1 – Подбор временного режима при температуре  $850^{\circ}\text{C}$  и плавне  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  (1:1)

Изучена зависимость массовой доли хлорид-иона от температуры для альтернативного топлива и трех его компонентов (опилки, лигнин, защитная оболочка проводов). На рисунке 2 продемонстрирована оптимальная температура –  $850^{\circ}\text{C}$ .

Чтобы оценить разработанный метод, был испытан стандартный образец альтернативного топлива с известным содержанием хлора. Полученное значение удовлетворяет соответствующие нормативы (таблица 2).

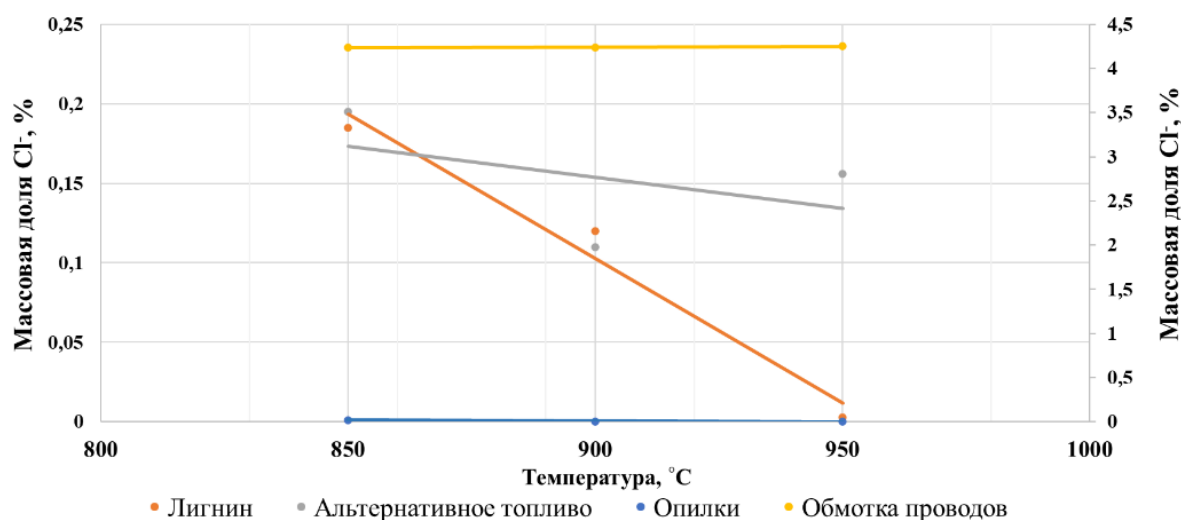


Рисунок 2 – Результаты изучения зависимости массовой доли хлорид-иона от температуры для АТ и трех его компонентов. Смесь для сплавления –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  (1:1), время 30 минут

Таблица 2 – Точность и воспроизводимость разработанного метода пробоподготовки и определения содержания хлора на стандартном образце АТ.

| Показатель                      | Среднее значение | Нормативы |
|---------------------------------|------------------|-----------|
| Массовая доля $\text{Cl}^-$ , % | 0,815            | 0,94      |
| Ошибка повторяемости, %         | 0,012            | <0,2      |
| Стандартизированная оценка      | 0,68             | < 2       |

**Выводы**

Разработан метод полного извлечения хлора из альтернативного топлива, используемого на заводе «Холсим (Рус) СМ» (п. Ферзиково).

Метод проверен на материалах с различным содержанием хлора (защитная оболочка проводов от внешней среды, опилки, лигнин, альтернативное топливо) при разных температурах.

Испытан стандартный образец альтернативного топлива с известным содержанием хлора. Анализ образца по разработанному методу подтвердил пригодность метода.

*\*Научный руководитель – А.К. Ахлебинин, кандидат химических наук, доцент, профессор кафедры химии.*

**Список литературы:**

1. Кривулькин, Д.А. Международный опыт утилизации ТБО и возможности его применения в России [Электронный ресурс] / Д.А. Кривулькин, Л.Б. Ефремова // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – №2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-opyt-utilizatsii-tbo-i-vozmozhnosti-ego-primeneniya-v-rossii> (дата обращения: 13.04.2023).
2. Бернадинер, И.М. Использование отходов как альтернативного топлива в цементной печи / И.М. Бернадинер, Е.Ю. Александрова // Твёрдые бытовые отходы. – 2017. – № 11(137). – С. 22-24.
3. ГОСТ 30774–2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования. Введ. 01.07.2002 [Электронный ресурс]. – Москва: Госстандарт РФ, 2001. – 26 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028875> (дата обращения: 13.04.2023).
4. Ламзина, И.В. Получение и использование альтернативного топлива из твёрдых бытовых отходов для цементной промышленности / И.В. Ламзина, А.В. Голдов, Я.И. Князев [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 2(29). – С. 18.
5. ГОСТ 33510–2015 (EN 15413:2011). Топливо твёрдое из бытовых отходов. Методы подготовки образца для испытаний из лабораторной пробы. – Введ. 01.01.2017 [Электронный ресурс]. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 27 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200126389> (дата обращения: 13.04.2023).
6. Ma, W. Overview on the chlorine origin of MSW and Cl-originated corrosion during MSW & RDF combustion process / W. Ma // Second International Environment and Public Health Track. – Shanghai, China, 2008.
7. Ma, W. Chlorine characterization and thermal behavior in MSW and RDF/ W. Ma, G. Hoffmann, M. Schirmer // Journal of Hazardous Materials. – 2010. – № 178. – P. 489-498.
8. Mcneill, I. C. A study of the products of PVC thermal degradation / I. C. Mcneill, W. J. Cole, L. Memetea // Polymer Degradation and Stability. – 1995. – № 1 (49). – P. 181-191.
9. Lu, H. Co-firing high-sulfur coals with refuse-derived fuel. / H. Lu, S. Purushothama, J. Hyatt // Thermochimica Acta. – 1996. – № 1 (284). – P. 161-177.
10. Kaufman, H. Chlorine-compounds in emissions and residues from the combustion of herbaceous biomass / H. Kaufman // Swiss Federal Institute of Technology. – Swiss, 1997.
11. Yasuhara, A. Formation of dioxins during the combustion of newspapers in the presence of sodium chloride and polyvinylchloride / A. Yasuhara, T. Katami, T. Okuda // Environmental Science & Technology. – 2001. – № 7 (35). – P. 1373-1378.
12. Kanters, M.J. Chlorine input and chlorophenol emission in the lab-scale combustion of municipal solid waste / M.J.Kanters, R. Vannispén, R. Louw // Environmental Science & Technology. – 2002. – № 7 (30). – P. 2121-2126.
13. Aho, M. Reduction of chlorine deposition in FB boilers with aluminium-containing additives / M. Aho // Journal – Fuel. – 2001. № 80. – P. 1943-1951.
14. Wang, Z. HCl formation from RDF pyrolysis and combustion in a spouting-moving bed reactor / Z. Wang, H. Huang, H. Li // Energy Fuels. – 2002. – № 3 (16). – P. 608-614.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ



УДК 543.31:543.066

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_26

И.А. Коликова, А.П. Воронова, В.А. Лямичева, К.В. Стариков, А.А. Болтунова, А.Е. Васюков\*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕГА

Представлены результаты химического анализа 12 проб талой воде из снега, отобранного в трёх областях Российской Федерации. Показано разнообразие в талой воде полученных значений водородного показателя и удельной электропроводимости, а также концентраций гидрокарбонатов и хлоридов. Выделены наиболее загрязнённые пробы, что может свидетельствовать о высокой техногенной нагрузке в районе отбора проб снега.

**Ключевые слова:** талая вода; снег; водородный показатель; минерализация; хлориды; удельная электропроводимость.

I.A. Kolikova, A.P. Voronova, V.A. Lyamicheva, K.V. Starikov, A.A. Boltunova, A.E. Vasyukov\*

## STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF SNOW

The results of chemical analysis of 12 samples of melt water from snow taken in three regions of the Russian Federation are presented. The diversity in melt water of the obtained values of the pH value and specific electrical conductivity, as well as the concentrations of bicarbonates and chlorides, is shown. The most polluted samples were identified, which may indicate a high technogenic load in the area of snow sampling.

**Key words:** melt water; snow; pH value; mineralization; chlorides; electrical conductivity.

**Введение.** Из результатов многочисленных физико-химических исследований снежного покрова и талых вод [1-6] следует, что снег может накапливать в своём составе достаточно разнообразные вещества, поступающие в окружающую среду в районе отбора проб. Именно поэтому исследованиям состава снега, как хорошему аккумулятору поллютантов и индикатору, уделяется пристальное внимание с целью по результатам химического анализа отслеживать техногенную нагрузку на компоненты окружающей среды. Цель данной работы заключается в оценке уровня загрязнения снега по результатам химического анализа талой воды.

**Методы, методики и объекты исследования**

Объектами исследования были талые воды, полученные из снега. На рисунке 1 обозначены места Тульской, Московской и Калужской областей, где были отобраны точечные пробы снега, а также указаны даты отбора проб. Пробы отбирали в период с декабря 2020 года по март 2021 года, а также несколько проб было собрано в декабре 2022 года. Соответственно, на карте места взятия проб отмечены номерами, а также ниже даны пояснения к ним.

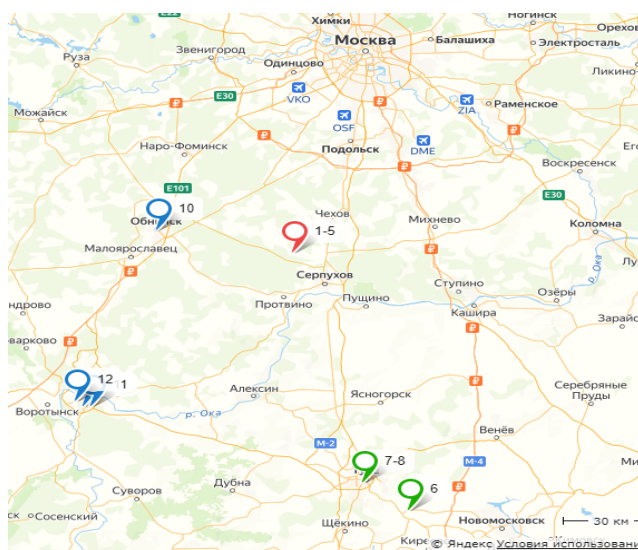


Рисунок 1 – Места взятия проб: Московская область (1-5 – деревня Верхнее Шахлово); Тульская область (6 – г. Болохово; 7-8 – г. Тула); Калужская область (9,11,12 – г. Калуга; 10 – г. Обнинск)

Отбор проб снега для анализа производился в соответствии с ГОСТ Р 70282-2022 [7]. С участков нетронутого снежного покрова, не доходя 5-10 см до почвы отбирали около 10 л снега в чистые полиэтиленовые пакеты или пластиковые бутылки, во избежание возможного выщелачивания из стекла гидрокарбонатов, карбонатов и других анионов слабых кислот. Следует иметь в виду, что объём собранного снега при таянии уменьшается примерно в 10 раз. Поэтому, чтобы получить около одного литра талой воды, надо собрать около десяти литров снега. Талую воду помещали в ПЭТ бутылки и доставляли в химическую лабораторию.

В пробах талой воды определяли следующие показатели:

1. Водородный показатель (единицы pH). Измерения проводили на приборе «рН-метр 150 – МИ», который предварительно провели по буферным растворам в соответствии с ГОСТ Р 8.857-2013 [8].

2. Удельную электрическую проводимость (УЭП, мкСм/см). Использовали кондуктометр «Анион 4100», предварительно проводили настройку прибора по стандартным растворам хлорида калия в соответствии с руководством по эксплуатации [9].

3. Концентрацию гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$ , мг/л). Использовали кислотно-основное

титрование в соответствии с ГОСТ 25794.1-83 [10]. Добавление титранта осуществляли при помощи автоматической микропипетки объёмом 0,02 мл. Измерение значения pH контролировали с помощью «рН-метр 150 – МИ». Стандартный раствор HCl приготовили из фиксанала. Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерной программы «Excel» путём построения интегральных и дифференциальных кривых кислотно-основного титрования.

4. Концентрацию хлоридов ( $\text{Cl}^-$ , мг/л). Для качественного определения использовался визуальный метод. Для этого готовили в цилиндрах стандартные растворы NaCl. Брали по 1, 5 и 10 мл раствора NaCl 0,001 моль/л и разбавляли в 50 мл дистиллированной водой. В каждый цилиндр добавили по 1 мл 0,1 моль/л раствора  $\text{AgNO}_3$  и наблюдали образование помутнения. Далее в анализируемую пробу талой воды объёмом 50 мл добавили 1 мл раствора  $\text{AgNO}_3$  до образования помутнения, величину которого сравнивали визуально по высоте со стандартными растворами.

#### Результаты и их обсуждение

Результаты химического анализа исследованных проб талой воды на содержание гидрокарбонатов и хлоридов, а также результаты измерения водородного показателя и УЭП, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты химического анализа исследованных проб талой воды

| №                  | Адрес                      | Дата     | pH         | $\text{HCO}_3^-$ мг/л | УЭП, мкСм/см | $\text{Cl}^-$ мг/л |
|--------------------|----------------------------|----------|------------|-----------------------|--------------|--------------------|
| Московская область |                            |          |            |                       |              |                    |
| 1                  | д. Верхнее Шахлово         | 26.12.20 | 5,7        | <5                    | 7,8          | ≤3,6               |
| 2                  | Там же                     | 08.01.21 | 5,9        | <5                    | 17           | ≤3,6               |
| 3                  | Там же                     | 10.01.21 | 5,9        | <5                    | 8,0          | ≤3,6               |
| 4                  | Там же                     | 16.01.21 | 5,5        | <5                    | 5,8          | ≤3,6               |
| 5                  | Там же                     | 01.02.21 | 5,7        | <5                    | 7,2          | ≤3,6               |
| Тульская область   |                            |          |            |                       |              |                    |
| 6                  | г. Болохово                | 20.02.21 | 6,5        | 6,1                   | 29           | 3,6÷5,0            |
| 7                  | г. Тула, Ф. Энгельса       | 14.02.21 | 6,0        | 2,4                   | <b>80</b>    | <b>7,1÷11</b>      |
| 8                  | Там же                     | 24.12.22 | 4,9        | 11                    | 37           | -                  |
| Калужская область  |                            |          |            |                       |              |                    |
| 9                  | г. Калуга ул. Полесская    | 14.02.21 | 6,5        | 12,2                  | 13           | 3,6÷5,0            |
| 10                 | г. Обнинск                 | 08.03.21 | 5,3        | 4,9                   | 7,5          | 3,6÷5,0            |
| 11                 | г. Калуга, Тульское шоссе  | 28.12.22 | <b>7,5</b> | <b>32</b>             | <b>370</b>   | -                  |
| 12                 | г. Калуга, ул. С. Туликова | 18.12.22 | 5,3        | <b>193</b>            | 45           | -                  |

Анализ полученных данных показывает следующее.

Значения водородного показателя колебались в широком диапазоне от 4,9 до 7,5 единиц. При этом значительная часть проб (60%) талой воды имела слабокислую среду pH=5,3-5,9. Наиболее закисленная проба снега (pH=4,9) была отобрана в центре г. Тулы. Пробу талой воды с pH=7,5 (Калуга, Тульское шоссе) следует

считать исключением, так такое значение водородного показателя не характерно для талых вод, полученных из чистого снега. В этой пробе было отмечено самое высокое значение УЭП – 370 мкСм/см, что характерно для УЭП пресных поверхностных вод. Однозначно химический состав этой пробы говорит о существенной техногенной нагрузки в районе отбора пробы снега.

По значению УЭП можно оценить уровень минерализации пресных вод путём умножения значения УЭП на 0,65. Таким образом, проба талой воды с УЭП = 370 мкСм/см имеет минерализацию около 240 мг/л, а характерной минерализацией атмосферных осадков является значение 10-20 мг/л. Именно такое значение минерализации отмечено для большинства исследованных проб талой воды (см. табл. 1).

В большинстве исследованных проб талой воды содержание гидрокарбонатов на уровне 5-6 мг/л (70%). Наибольшие концентрации отмечены в двух пробах на уровне 32 и 193 мг/л. В этих же пробах обнаружены повышенные концентрации и других веществ, появление которых следует связывать с повышенной антропогенной нагрузкой в районе отбора проб снега.

Результаты определения хлоридов методом визуального сравнения показали, что концентрации хлоридов в исследованных пробах менее

5 мг/л. В этом случае заметного помутнения не наблюдается. Это указывает на то, что нижняя граница определяемых содержаний хлоридов указанным методом не превышает 5 мг/л. Только в одной пробе было заметное помутнение раствора, что позволило оценить концентрацию хлоридов на уровне 10 мг/л.

### Выводы

1. Выполнен отбор 12 проб снега в трех областях РФ и в полученной талой воде оценили уровни: pH, электрической проводимости (общей минерализации), содержания хлоридов и гидрокарбонатов.

2. Наиболее кислые талые воды обнаружены в центральном районе г. Тула, а наиболее минерализованные – в Ленинском округе г. Калуги.

3. Для более полной экологической оценки влияния атмосферы на качества атмосферных осадков в регионе следует наряду с отбором снега проводить и отбор дождевой воды.

*\*Научный руководитель – А.Е. Васюков, доктор химических наук, профессор*

### Список литературы:

1. Соловьева, Н.Е. Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды [Электронный ресурс] / Н.Е. Соловьева, Е.А. Олькова, А.А. Алябьева, О.В. Краева // Молодой учёный. – 2015. – № 14 (94). – URL: <https://moluch.ru/archive/94/21041/> (дата обращения 11.04.2023).
2. Трифонова, Т.А. Оценка токсичности снежного покрова придорожных территорий г. Владимир [Электронный ресурс] / Т.А. Трифонова, Ю.Н. Курбатов, И.Н. Курочкин, О.В. Савельев, О.Г. Селиванов, А.А. Марцев // Геоэкология. инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2022. – № 6. – URL: <https://sciencejournals.ru/viewarticle/?j=geoekol&y=2022&v=0&n=6&a=GeoEcol2206009Trifonova> (дата обращения 11.04.2023).
3. Дягелев, М.Ю. Исследования содержания солей и взвешенных веществ в снеге придорожной полосы [Электронный ресурс] / М.Ю. Дягелев, Г.К. Баженов // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2019. – № 2. – URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_38569760\\_86402718.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_38569760_86402718.pdf) (дата обращения 11.04.2023).
4. Демиденко, Г.А. Оценка загрязнения снежного покрова в городе Красноярске [Электронный ресурс] / Г.А. Демиденко, Н.С. Напесочный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (22). – URL: [elibrary\\_26584011\\_83647897.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_26584011_83647897.pdf) (дата обращения 11.04.2023).
5. Янченко, Н.И. Практика отбора проб снежного покрова для химического анализа [Электронный ресурс] / Н.И. Янченко // Известия томского политехнического университета. инженеринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. № 12. – URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_44487207\\_99619271.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_44487207_99619271.pdf) (дата обращения 11.04.2023).
6. Василенко, В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, Н.М. Назаров. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 256 с.
7. ГОСТ Р 70282-2022. Охрана окружающей среды. Поверхностные и подземные воды. Общие требования к отбору проб льда и атмосферных осадков [Электронный ресурс]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/78922/> (дата обращения 12.04.2023).
8. ГОСТ Р 8.857-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. pH-метры. Методика поверки [Электронный ресурс]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/56198/> (дата обращения 22.03.2023).
9. Руководство по эксплуатации лабораторных анализаторов АНИОН-41XX: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.td-anion.ru/tech/anion-41xx-analiz\\_re.pdf](https://www.td-anion.ru/tech/anion-41xx-analiz_re.pdf) (дата обращения 01.04.2023).
10. ГОСТ 25794.1-83. Межгосударственный стандарт. Реактивы. Методы приготовления титрованных растворов для кислотно-основного титрования = Reagents. Methods of preparation of standard volumetric solutions for acid-base titration: издание официальное: введен в действие: 30.06.1984 [Электронный ресурс]. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/7631/> (дата обращения 04.04.2023).

УДК 572.021.57.045

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_29

*А.Ю. Шестернина, С.Ю. Шестернина, М.Н. Сионова\****ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОЗАВИСИМОСТИ СТУДЕНТОВ  
КАЛУЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

В рамках данной работы был выполнен анализ существующей научной литературы по вопросам метеозависимости, который показал, что данная проблема изучена недостаточно. В работе описываются результаты опроса студентов КГУ им. Циолковского, проведённого в феврале 2023 года с целью выявления метеозависимости и определения степени её выраженности. Опрошено 75 студентов, из которых большинство (77%) являются жителями Калужской области, 19% приехали обучаться из других регионов России, а 4% – из зарубежных стран. Анализ результатов опроса показал наличие метеозависимости у 88% респондентов. У 24% опрошенных метеозависимость сильно выраженная; у 40% опрошенных – умеренно выраженная, а у 36% слабо выраженная.

*Ключевые слова:* метеозависимость; студенты; степень выраженности метеозависимости; метеотропные реакции.

*A.Y. Shesternina, S.Y. Shesternina, M.N. Sionova\****STUDY OF WEATHER DEPENDENCE AMONG STUDENTS  
OF KALUGA STATE UNIVERSITY NAMED AFTER K.E. TSIOLKOVSKI**

Within the framework of this work, an analysis of the existing scientific literature on weather dependence was carried out, which showed that this problem has not been sufficiently studied. The paper describes the results of a survey of KSU Tsiolkovski students, conducted in February 2023 in order to identify weather dependence and determine the degree of its severity. 75 students were interviewed, of which the majority (77%) are residents of the Kaluga region, 19% came to study from other regions of Russia, and 4% from foreign countries. Analysis of the survey results showed the presence of weather dependence in 88% of respondents. 24% of respondents have severe weather dependence; 40% of respondents have moderate, and 36% have mild.

*Key words:* weather dependence; students; degree of severity of weather dependence; meteotropic reactions.

Среда обитания современного человека характеризуется повышенной нестабильностью, в том числе и резкими колебаниями метеорологических параметров. Реакция на изменения погодных условий естественна для всех биосистем. Организм человека не является исключением. У некоторых людей метеотропные реакции выражаются в минимальном изменении колебания внутренних систем, у иных вызывают обострение заболеваний и ухудшения самочувствия.

Вопрос изучения воздействия погодных условий на здоровье людей в последнее время приобрел особую значимость из-за развивающегося глобального изменения климата и роста числа метеорологических аномалий (отклонений метеорологических показателей от средних многолетних значений). Неблагоприятное влияние погоды связано не только с максимальными показателями метеопараметров, но и с их значительными изменениями, которые повышают требования к системам, поддерживающим постоянство всего внутреннего состояния организма, а, следовательно, приводящим к дисбалансу внутренних биоритмов [2]. Реакции и состояния человека, обусловленные действием погодных

факторов, могут рассматриваться как расстройства физиологических механизмов адаптации, или как следствие острого метеорологического стресса [1].

Способность реагировать на погоду проявляется с рождения ребёнка как эволюционно обязательная программа функционирования, связанная с защитой от факторов внешней среды [3]. Метеочувствительность определяется, как способность организма отвечать физиологической компенсаторной (либо при нарушении адаптационных механизмов – патологической) реакцией на действие неблагоприятных погодных факторов. Повышенная метеочувствительность – это пониженная устойчивость организма к изменяющимся метеорологическим условиям, что, как правило, сопровождается развитием патологических метеотропных (метеопатических) реакций [3].

Одним из погодных факторов, обуславливающих метеотропные реакции, являются магнитные поля. Выделяют три группы людей, в том числе и детей, по характеру ответной реакции на изменение магнитных полей. По результатам исследования сердечного ритма, с последующим

математическим анализом, выполненным по модифицированной и запатентованной методике, были выделены следующие группы:

– *магнитноустойчивые* – люди, у которых наблюдался нормотонический исходный вегетативный тонус с нормальной реактивностью и устойчивым типом реакции на воздействие магнитного поля;

– *магнитноотрицательные* – люди, у которых после воздействия ПМП происходило ухудшение показателей, характеризующих состояние адаптационных способностей организма;

– *магнитноположительные* – люди, у которых после действия ПМП происходило уменьшение напряжения регуляторных механизмов, и некоторая активизация защитных функций организма. [4].

Магнитноотрицательный тип людей наиболее сильно подвержен отрицательным реакциям организма на изменения метеоусловий, в связи с этим их следует относить к группе риска. Несмотря на это, врачи крайне редко связывают ухудшение самочувствия пациента с воздействием на него метеоусловий окружающей среды, так как данный вопрос мало освещён в медицинской литературе.

Согласно эпидемиологическим данным, в экономически развитых странах до 38% здоровых мужчин и 52% здоровых женщин имеют повышенную чувствительность к метеорологическим факторам. В среднем каждый третий представитель населения Земли в той или иной мере страдает при резких изменениях погоды [5].

Повышенная метеочувствительность встречается у 20–30 % практически здоровых лиц, а у больных с различными заболеваниями – в 45–90% наблюдений. Метеочувствительность у городских жителей в 1,5–2 раза выше, чем у сельских, что связано как с особенностями проживания в городах, так и с особыми биоклиматическими условиями, формирующимися в городской среде [2].

Проявление метеотропных реакций на различные погодные и климатические аномалии своеобразна для каждой местности, и, помимо географических и природных условий, зависит от степени приспособленности населения к норме влияния местного климата.

Причины развития метеотропных реакций весьма разнообразны:

– во-первых, резкая смена погодных условий – изменение определённых метеосоставляющих (атмосферного давления, влажности, температуры воздуха);

– во-вторых, прохождение фронтов (холодного, тёплого), установление циклона или антициклона (областей пониженного и повышенного атмосферного давления);

– в-третьих, изменения гелиофизического фактора (возмущения на Солнце, магнитные бури, изменения атмосферного электричества) [2].

Однако все перечисленные выше физические факторы, влияющие на развитие метеотропных реакций, нельзя рассматривать как основную и, непосредственно, главную причину возникновения и развития патологических реакций организма. Они, скорее, играют роль фактора, способствующего их клиническому проявлению.

Метеопатические признаки можно классифицировать следующим образом:

1) предчувствие изменения погоды (субъективное);

2) жалобы людей на плохое самочувствие во время изменений погодных условий при отсутствии других причин;

3) неоднократное повторение метеореакций;

4) одновременные жалобы групп больных людей;

5) проявление симптомов интоксикации;

6) резкое ухудшение работоспособности, активности, самочувствия.

При обнаружении 3 и более из перечисленных выше признаков пациент относится к категории людей с повышенной метеочувствительностью (метеолабильностью), которых можно считать метеозависимыми [6].

**Целью** проведённого исследования было выявление метеозависимости у студентов и определение степени её тяжести.

В связи с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Проанализировать теоретические аспекты проблемы метеозависимости по литературным источникам.

2. Разработать анкету и провести тестирование по выявлению метеозависимости и определить степень её тяжести.

3. Проанализировать полученные данные и определить степень тяжести проявления метеозависимости респондентов.

Для студентов воздействие колебаний метеорологических условий на организм наиболее важно, так как может являться причиной ухудшения внимательности, концентрации и активности обучающихся. Это, в свою очередь, приводит к снижению качества усвоения учебного материала и уровня умственной работоспособности. Таким образом, очевидна актуальность исследуемой проблемы.

### Материалы и методы

В работе были применены вербально-коммуникативные (опрос, анкетирование) и статистические методы исследования. Для выявления метеозависимости на этапе донозологической диагностики был составлен тест на основе методики, разработанной на кафедре общей гигиены, экологии и радиационной медицины УО «Гомельского государственного медицинского университета» [7].

Исследование проводилось на базе КГУ им. Циолковского среди студентов 1-2 курсов, обучающихся в Медицинском институте и в Институте естествознания. Опрос проводился с использованием анонимного онлайн-тестирования в начале февраля 2023 года.

Для сбора и частичной обработки данных использовались самоконтролируемые анкеты, так как они быстрее распространяются среди опрашиваемых и способны охватывать наибольшее количество участников. Также, используемый вид анкет позволял сохранять полученные результаты в более точном формате и отправлять их

непосредственно исследователю. В анкете были четко обозначены две области: выявления метеозависимости и определения степени её выраженности.

В ходе опроса также были получены данные по нескольким социально-демографическим переменным: пол, возраст, область проживания.

### Результаты и обсуждение

Всего в опросе приняло участие 75 студентов: 36 человек (48%) из Медицинского института и 39 человек (52%) из Института естествознания. Возраст респондентов от 17 до 25 лет. Больше половины участников были девушки – 76%, доля юношей составила 24% (рис. 1).

В КГУ им. Циолковского обучаются студенты из различных регионов России, в том числе и из Калужской области, а также граждане других стран. Среди прошедших опрос 77% являются жителями Калужской области; 19% приехали для обучения из других регионов России; 4% – из зарубежных стран (рис. 2).

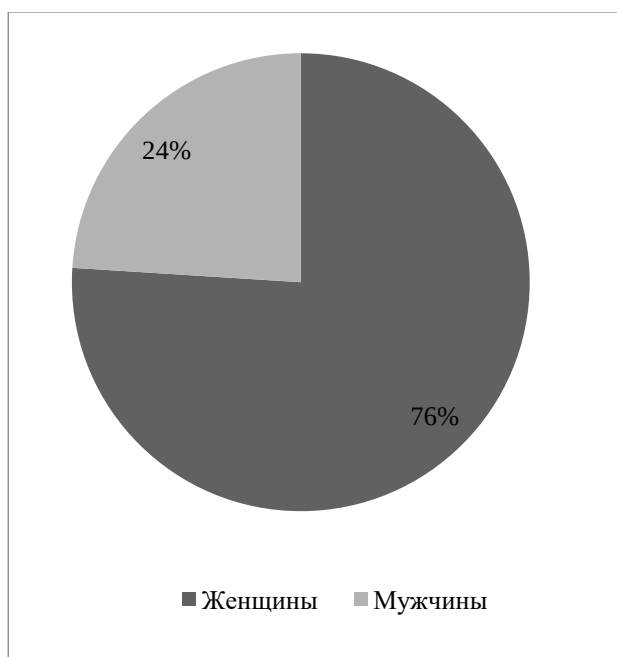


Рисунок 1 – Распределение респондентов по полу

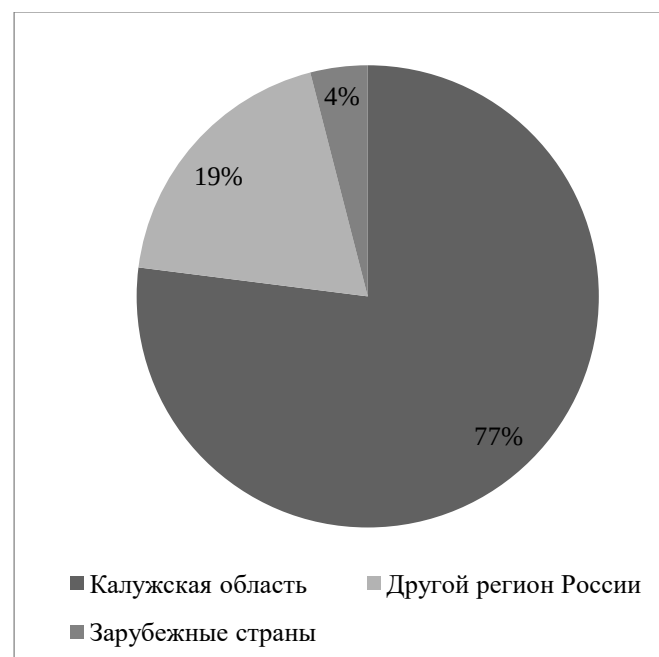


Рисунок 2 – Место жительства студентов до поступления в Университет

Оценка метеозависимости у респондентов была проведена для различных метеорологических условий, таких как: порывистый южный, юго-западный ветер, облачность, повышенная влажность и многие другие.

Анализ самочувствия, настроения и активности при различных погодных условиях респондентов показал, что у 88% студентов существует

метеозависимость различной степени выраженности, у 12% студентов метеозависимость не была выявлена (рис. 3). В результате анализа полученных данных было определено, что более метеозависимыми оказались мужчины. Иногородние студенты, как и студенты Калужской области оказались в равной степени подвержены метеозависимости.



Рисунок 3 – Распределение респондентов по наличию-отсутствию метеозависимости

Анализ результатов опроса также позволил оценить степень выраженности метеозависимости у студентов. Среди общего числа прошедших опрос у 24% респондентов метеозависимость сильно выраженная; у 40% опрошенных

была обнаружена умеренно выраженная зависимость от изменений погодных условий, а у 36% она выражалась крайне слабо. Результаты анализа представлены на рисунке 4.

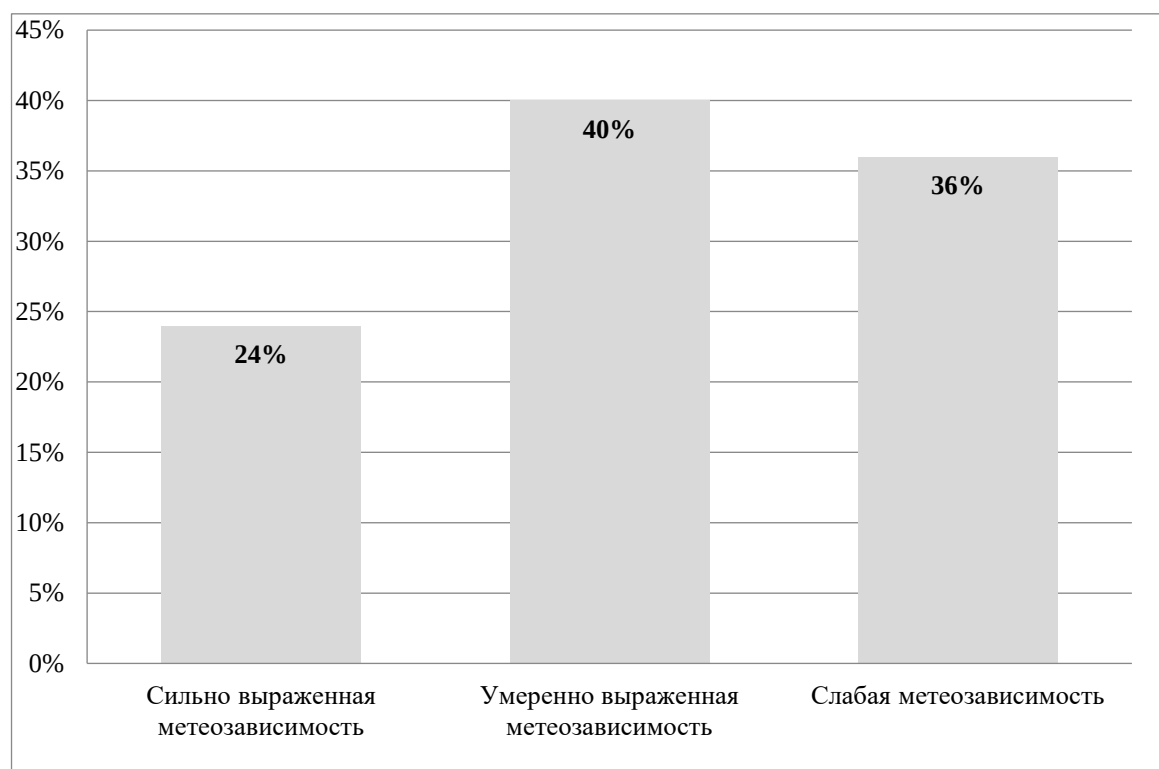


Рисунок 4 – Распределение респондентов по степени выраженности метеозависимости

В общей сумме количество сильно метеозависимых и умеренно метеозависимых студентов значительно превышает (почти в два раза) количество студентов со слабо выраженной зависимостью от изменяющихся погодных условий. Тем не менее, у 36% респондентов была установлена слабая степень метеозависимости.

### Выводы

Результаты проведённого исследования показали, что:

1. Подавляющее большинство молодых людей в возрасте от 17 до 25 лет являются метеозависимыми.

2. Метеозависимость проявляется почти в равной степени как у юношей, так и у девушек.

3. Метеозависимости подвержены в равной степени студенты из Калужской области и студенты из других регионов.

4. Среди метеозависимых только у 24% студентов выявлена сильная степень метеозависимости.

В заключении выражаем благодарность всем студентам, откликнувшимся на просьбу принять участие в проведённом исследовании.

*\*Научный руководитель – М.Н. Сионова, кандидат биологических наук, доцент*

*Список литературы:*

1. Медицинская экология [Текст]: учебник для медицинских вузов / В.П. Иванов, Н.В. Иванова, А.В. Полоников; под общ. ред. В.П. Иванова. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2012. – 314 с.
2. Колосов, А.С. Оценка метеочувствительности населения города Кирова / А.С. Колосов, Е.С. Маслов, И.Г. Патурова // МНИЖ. – 2015. – №3-4 (34). – С. 84-86.
3. Григорьев, К.И. Проблема повышенной метеочувствительности у детей и подростков [Электронный ресурс] / К.И. Григорьев, Е.Л. Поважная // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2018. – №3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-povyshennoy-meteochuvstvitelnosti-u-detey-i-podrostkov> (дата обращения: 12.02.2023).
4. Черная, Н.Л. К вопросу о метеочувствительности и метеотропных реакциях у детей [Электронный ресурс] / Н.Л. Черная, В.М. Ганузин // Клиническая и медицинская психология: исследования, обучение, практика: электрон. науч. журн. – 2015. – N 2 (8). – URL: <http://medpsy.ru/climp> (дата обращения: 17.01.2023).
5. Василенко, А.М. Физические методы профилактики и коррекции метеопатических реакций (обзор) / А.М. Василенко, Л.Г. Агасаров, М.М. Шарипова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – № 93(5). – С. 58-65.
6. Андреев, С.С. Метеотропность [Электронный ресурс] / С.С. Андреев // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2007. – №3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/meteotropnost> (дата обращения: 23.01.2023).
7. Экологическая медицина: Учебное пособие / В.Н. Бортновский, Н.В. Карташева, Л.П. Мамчиц, С.В. Климович. – Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»; Минск: ООО «Новое знание», 2015. – 185 с.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ



УДК 60

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_34

*И.О. Кондрашева, А.А. Евсеева***ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ И ПРОТЕЗИРОВАНИИ ЗУБОВ**

В данной статье мы рассматриваем подходы к лечению зубов, позволяющие полностью восстановить структуру их минерализованных тканей при повреждении, а также методы протезирования зубов, основанные на полном их восстановлении в соответствии с природным образцом. Была проведена обзорная и аналитическая работа с использованием отечественных и зарубежных источников, позволившая выявить достоинства и недостатки традиционных и инновационных методов в лечении и протезировании зубов, в связи с чем были сделаны выводы о рациональности дальнейших разработок в данной сфере.

**Ключевые слова:** стоматология; дентин; эмаль; тидеглусиб; биоинженерные технологии; технологии с применением стволовых клеток.

*I.O. Kondrashova, A.A. Evseeva***INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE TREATMENT AND PROSTHETICS OF TEETH**

In this article, we consider approaches to dental treatment that allow to completely restore the structure of their mineralized tissues in case of damage, as well as methods of dental prosthetics based on their complete restoration in accordance with the natural sample. A review and analytical work was carried out using domestic and foreign sources, which made it possible to identify the advantages and disadvantages of traditional and innovative methods in the treatment and prosthetics of teeth, in connection with which conclusions were drawn about the rationality of further developments in this area.

**Key words:** dentistry; dentin; enamel; tideglusib; bioengineering technologies; technologies using stem cells.

По оценкам, кариес постоянных зубов имеют 2 млрд человек мира и 514 млн детей имеют кариес сменяемых зубов. [4]. Это одно из основных заболеваний, ведущих к потере зубов. При этом широко распространённые методы его лечения являются симптоматическими и иногда дают осложнения, ведущие со временем к потере нерва и пульпы, а значит происходит нарушение важных природных механизмов питания зуба, что в дальнейшем ведет к его полной потере. Современное протезирование зубов также несовершенно и требует пересмотра подходов. В данной статье мы хотели бы осветить инновационные методы в лечении и протезировании зубов, находящиеся в стадии активной разработки, и обозначить перспективы их внедрения. Только целостный зубной ряд работает как единый сложный механизм – нагрузка при пережевывании пищи распределяется пропорционально и равномерно на все зубы и ткани пародонта. Широко распространённые на сегодняшний день методы лечения и протезирования зубов имеют ряд недостатков, поэтому устоявшиеся подходы требуют пересмотра.

Пломбирование на сегодняшний день является самым распространенным терапевтическим методом лечения кариеса в отечественной и зарубежной стоматологии. Существует ряд распространенных ошибок и осложнений при лече-

нии кариеса, таких как случайное вскрытие полости зуба, вторичный кариес, выпадение пломбы и др.

Для того чтобы компенсировать функции утраченного зуба, сейчас используют ортопедические конструкции и имплантаты (рис. 1).

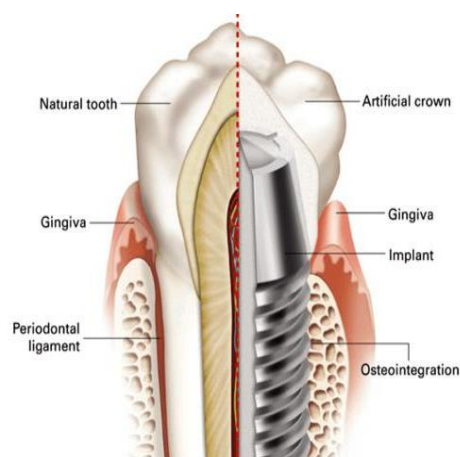


Рисунок 1 – Импланты и ортопедические конструкции зубов

Всё же это «искусственные» заменители: у них отсутствуют сосуды, нервные окончания, рецепторы. Также одним из наиболее важных аспектов является отсутствие периодонтальной связки у имплантата, до недавнего времени, считавшегося золотым стандартом лечения при от-

сутствии зубов. Поэтому далее мы приводим исследования, которые, на наш взгляд, заслужили особого внимания, так как в перспективе они позволят отказаться от устаревших методик и свести к минимуму осложнения, присущие традиционному стоматологическому лечению.

Прочность зубной эмали создается за счёт очень высокого содержания гидроксиапатита – минерала, который обеспечивает прочность наших костей и зубов. Такие кристаллы использовали исследователи из УрФу (П. Середин, Д. Голощапов, А. Емельянова), научившись получать из них структуры, идентичные естественной зубной эмали [2]. Новый материал наносили на поверхность живого зуба, после чего исследовали формирование минерализованного слоя с помощью электронного и атомного силового микроскопов, рамановской спектроскопии. Эта

работа показала, что материал образует слой толщиной 300-500 нанометров, со множеством кристаллов, расположенных идентично структуре природной зубной эмали. Более того, твердость искусственной эмали оказалась даже выше, чем у естественной.

Инновационное решение предлагают Невес В., Бабб Р., Чандрасекаран Д. и др. в исследовании под названием «Содействие естественному восстановлению зубов с помощью низкомолекулярных антагонистов GSK3. Sci Rep 7, 39654 [1]». Препарат, доставляемый через биоразлагаемую коллагеновую губку, обеспечивает эффективное восстановление вызванных экспериментом глубоких повреждений зубов путём стимулирования репаративного образования дентина (рис. 2).

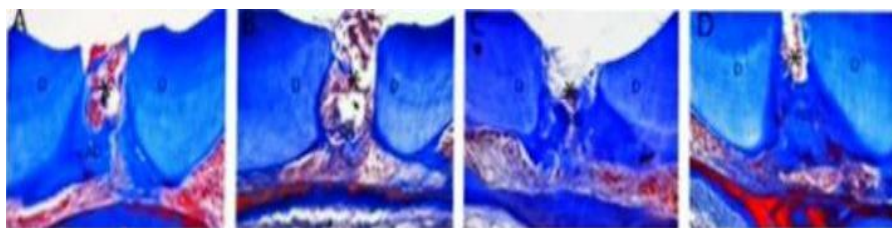


Рисунок 2 – Естественная регенерация дентина в зубе мыши

Как полагают авторы, простота этого подхода делает его идеально применимым в клиническом стоматологическом продукте для лечения, требующего восстановления дентина и защиты пульпы, которые в настоящее время обрабатываются неорганическими цементами.

При полной утрате зуба предлагаются биоинженерные технологии с использованием стволовых клеток. Тканевая инженерия представляет

собой совокупность методов и процедур, направленных на регенерацию биологических тканей. Она включает в себя триаду основных элементов (рис. 3): стволовые клетки, внеклеточный матрикс или скаффолд (от англ. Scaffold – помост), факторы роста и сигнальные пути (signaling) [3].

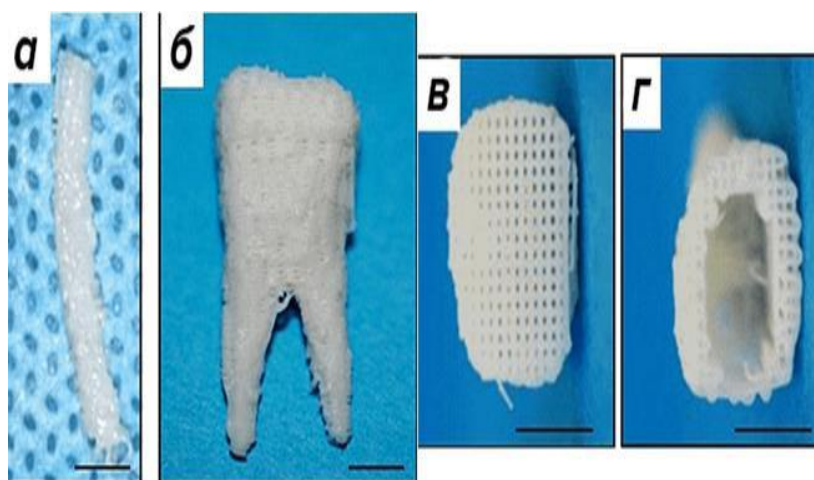


Рисунок 3 – Триада тканевой инженерии

Обобщив опыт исследователей данных проблем, нами была проведена сравнительная характеристика традиционных и инновационных

подходов к лечению зубов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика традиционных и инновационных подходов к лечению зубов

|           | Методы                         | Традиционные         | Инновационные            |
|-----------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Параметры |                                |                      |                          |
| 1         | Степень потери здоровых тканей | Высокая степень      | Низкая степень           |
| 2         | Регенерация собственных тканей | Отсутствует          | Полная регенерация       |
| 3         | Трудозатраты                   | Высокие              | Значительно снижены      |
| 4         | Технологические затраты        | Высокие              | Предположительно снижены |
| 5         | Риск осложнений                | Высокий              | Предположительно снижен  |
| 6         | Стоимость процедуры            | Относительно высокая | ?                        |

### Выводы

Восстановление дентина, утраченного при глубоких кариозных поражениях зубов, является обычным и распространенным методом лечения, который включает использование неорганических цемента на основе минеральных агрегатов на основе кальция или кремния. Здесь мы описываем новый биологический подход к восстановлению дентина, который стимулирует естественное образование репаративного дентина посредством мобилизации резидентных стволовых клеток в пульпе зуба.

Несмотря на весь многообещающий потенциал тканевой инженерии в стоматологии, пред-

стоит решить ещё задачи, связанные с проведением клинических испытаний, с иннервацией и кровоснабжением биоинженерного зуба, его связочным аппаратом, сроками его прорезывания, а также с выбором пула стволовых клеток и технологии работы с ними, и ещё ряд других не менее насущных задач.

Оценка эффективности инновационных методов и их широкое внедрение позволят практически полностью нивелировать повреждения зубных тканей и их последствия, исключить осложнения, присущие традиционным методам лечения зубов.

### Список литературы:

1. Невес, Витор К.М. Стимулирование естественного восстановления зубов низкомолекулярными антагонистами GSK3 / Витор К.М. Невес, Ребекка Бэбб, ДивьяЧандрасекаран, Пол Т. Шарп [Электронный ресурс] // Nature: [сайт]. – URL: <https://www.nature.com/articles/srep39654> (дата обращения: 13.02.2023).
2. Голощанов, Д. Разработка биомиметического минерализованного слоя, сформированного на поверхности натуральной зубной эмали [Электронный ресурс] / Дмитрий Голощанов, Анна Емельянова, Никита Буйлов, Владимир Кашкаров, Анатолий Лукин, Юрий Ипполитов, Татьяна Хмелевская, Иман А. Махди, Манал А. Махди // ScienceDirect: [сайт]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123022002535?via%3Dihub> (дата обращения: 10.02.2023).
3. Морозова, М. Руководство по «выращиванию» зубов, или биоинженеринг в стоматологии [Электронный ресурс] / Маргарита Морозова // Биомолекула: [сайт]. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/rukovodstvo-po-vyrashchivaniuu-zubov-ili-bioinzheniring-v-stomatologii> (дата обращения: 11.02.2023).
4. Охрана здоровья полости рта [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: [сайт]. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/oral-health> (дата обращения: 12.02.2023).

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 57.045

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_37

*А.М. Вишнякова, П.В. Тихонович, М.Н. Сионова***ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКА РАЗВИТИЯ РАКА КОЖИ У СТУДЕНТОВ  
КАЛУЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

В статье приведены результаты оценки исследования распространенности фототипов кожи и вероятность возникновения рака кожи среди студентов КГУ им. К.Э. Циолковского. Оценка выполнена на основе анализа результатов анкетирования, проведенного в феврале-марте 2023 года.

*Ключевые слова:* тип чувствительности кожи; рак кожи; профилактика рака кожи.

*A.M. Vishnyakova, P.V. Tikhonovich, M.N. Sionova***STUDY ON THE RISK OF DEVELOPING SKIN CANCER IN STUDENTS  
KALUGA STATE UNIVERSITY NAMED AFTER K.E. TSIOLKOVSKI**

The article presents the results of the evaluation of the study of the prevalence of skin phototypes and the likelihood of skin cancer among students of K.E. Tsiolkovsky KSU. The assessment is based on the analysis of the results of the survey conducted in February-March 2023.

*Key words:* skin sensitivity type; skin cancer; skin cancer prevention.

**Введение**

Солнечный свет является одним из главных факторов жизни на Земле, он оказывает влияние на многие области как неживой, так и живой природы. Так, например, важнейшая роль солнечного света – это его участие в процессе фотосинтеза, одним из продуктов которого является кислород – неотъемлемое вещество практически для любого живого организма, а также человека. Благодаря энергии Солнца осуществляется синтез значительного количества массы органического вещества биосферы.

Солнечный свет, или солнечный спектр, подразделяется на несколько видов (Редько, 2019):

- Инфракрасное излучение.
- Видимое излучение.
- Ультрафиолетовое излучение.

Рациональное использование солнечного излучения способствует укреплению здоровья, повышению его реактивности и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. И наоборот, при недостаточной инсоляции, особенно при дефиците ультрафиолетового излучения, у человека уровень здоровья снижается, повышается восприимчивость к инфекционным заболеваниям, а у детей может развиваться рахит (Бортновский, 2014).

Человек, который систематически получает свет солнца и не злоупотребляет солнечными ваннами, как правило, не испытывает проблем со здоровьем (Ермолович, 2022):

- имеет стабильную работу сердца и сосудов;
- не страдает нервными заболеваниями;
- обладает хорошим настроением;
- имеет нормальный обмен веществ;
- редко болеет.

Солнечное излучение оказывает колоссальное влияние на самый большой орган человека, поэтому очень важно знать свой тип кожи, чтобы избежать чрезмерного воздействия солнечной радиации.

Цель нашей работы заключалась в определении типов чувствительности кожи и степени риска развития рака кожи у студентов.

Задачи:

1. Организация on-line тестирования студентов (далее Респонденты) в соответствии с выбранными методиками.
2. Анализ результатов теста.
3. Определение типа чувствительности кожи.
4. Оценка риска развития у респондентов рака кожи.
5. Составление рекомендаций по защите кожи от солнечной радиации.

**Материалы и методы**

Существует несколько методик для исследования риска развития рака кожи. В нашей работе использованы тестовые методики «Определение типа чувствительности кожи» и «Оценка риска развития рака кожи», разработанные кафедрой радиационной медицины и экологии Белорусского государственного медицинского университета (Бортновский, 2014).

В данной работе использовались такие показатели, как цвет незагорелой кожи, цвет волос, глаз, наличие веснушек, родимых пятен, реакция кожи на солнечное облучение, время нахождения на солнце без угрозы получения солнечных ожогов, реакция кожи при долгом пребывании на солнце, характер солнечных ожогов, формирование загара, время нахождения на открытом

воздухе в силу рода профессиональной деятельности, рак кожи у родственников и основное место проживания до возраста 18 лет.

Риск развития рака кожи оценивался в процессе on-line анкетирования, проводимого на добровольной основе. В анкетировании приняли участие 126 респондентов – студентов КГУ им. К.Э. Циолковского.

Анализ полученных результатов проводился путём подсчёта полученных баллов для каждого

из респондентов. Интерпретация результатов проводилась по шкалам, приведённым в текстовых методиках (Бортновский, 2014).

### Результаты и обсуждение

В ходе анкетирования 126 респондентов проводилось определение типа чувствительности кожи. Для этого определялся цвет незагорелой кожи, глаз, волос респондентов, а также реакция кожи на солнечное излучение. Результаты определения типа кожи отображены на рисунке 1.

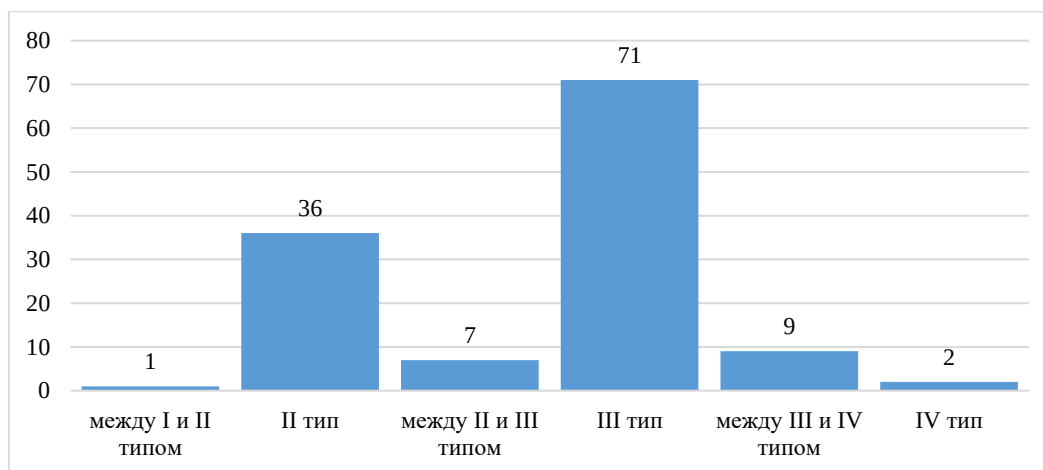


Рисунок 1 – Результаты распространённости различных типов кожи среди респондентов (февраль-март 2023)

Анализ результатов анкетирования показал, что у студентов преобладает третий (нормальный) тип чувствительности кожи.

Тип чувствительности кожи зависит в основном от врожденных особенностей (цвета глаз, волос, незагорелой кожи, наличия/отсутствия веснушек, реакции кожи на солнечное облучение, т.е. наличие/отсутствие гиперемии, шелушения, ощущение болезненности и т.д.).

В зависимости от типа кожи, а также от некоторых других данных (цвет глаз, количество родимых пятен на теле, наличие рака кожи у родственников, место проживания до совершеннолетия, время нахождения на открытом воздухе в зависимости от основного рода деятельности, реакции кожи на первый летний загар в течение часа) рассчитывается риск развития рака кожи опрошенных респондентов. Результаты вероятности возникновения рака кожи отображены на рисунке 2.

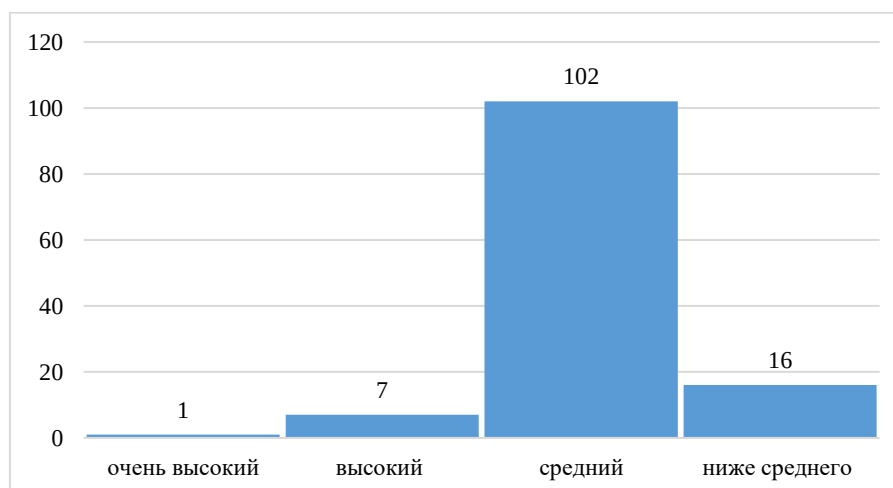


Рисунок 2 – Риск развития рака кожи среди студентов

Исходя из данных опроса, графически представленных на рисунке 2, преобладают респонденты со средним риском развития рака кожи.

Тип чувствительности кожи – далеко не самый главный фактор риска возникновения рака кожи. Важную роль в его развитии играют врожденные факторы, такие как количество родимых пятен на теле, цвет глаз, непосредственная реакция кожи на солнечное излучение и генетическая предрасположенность.

Однако, на развитие этого опасного заболевания влияет и жизнедеятельность человека. Ограничение излишнего влияния солнечного излучения на кожу способствует снижению риска возникновения рака.

### **Профилактика**

Профилактические мероприятия, направленные на предупреждение рака кожи, заключаются в защите кожи от воздействия неблагоприятных химических, радиационных, ультрафиолетовых, травматических, термических и прочих воздействий. Следует избегать открытых солнечных

лучей, особенно в период наибольшей солнечной активности, использовать различные солнцезащитные средства (Литвиненко, 2014).

С целью исключения негативного влияния УФ лучей на кожу необходимо минимизировать время пребывания на солнце, особенно светложким людям, и особенно в период наибольшей радиационной активности солнечных лучей – с 10.00 до 16.00 часов.

В качестве профилактических мер целесообразно исключить посещение солярия; пациентам с хроническими заболеваниями кожи нужно проходить регулярные плановые диспансерные осмотры; следует ограничить контакт кожных и слизистых покровов с возможными химическими канцерогенами (в том числе ограничить табакокурение и соответственно влияние никотина и смол) (Гончарова, 2015).

В процессе анкетирования также были собраны данные об использовании солнцезащитных средств среди респондентов. Полученные результаты представлены ниже на диаграмме (Рис. 3).

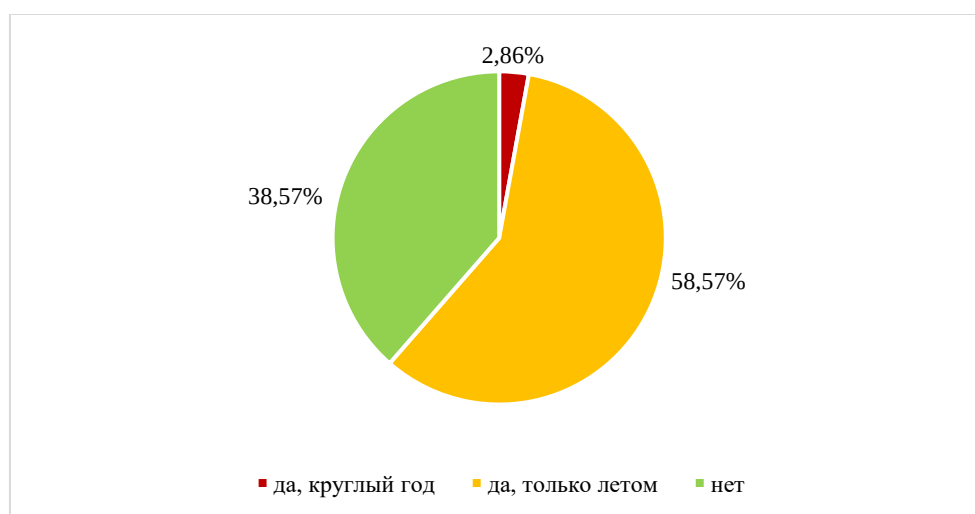


Рисунок 3 – Использование респондентами солнцезащитных средств

Половина респондентов пользуется солнцезащитными средствами только летом. Что является хорошей, но недостаточной мерой для профилактики развития рака кожи.

### **Заключение**

На основе проведенного анкетирования 126 респондентов выяснилось, что среди студентов КГУ им. К.Э. Циолковского преобладает

третий (нормальный) тип чувствительности кожи, то есть их кожа имеет светлый оттенок, но минимально обгорает на солнце. И почти у всех студентов выявилась средняя вероятность развития рака кожи. В связи с этим рекомендуется использование солнцезащитных средств и соблюдение профилактических мер.

### **Список литературы:**

1. Экологическая медицина: учеб. пособие / В.Н. Бортновский [и др.]. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 184 с.
2. Редько, Д.В. Влияние солнечных лучей на организм человека / Д.В. Редько // Потенциал российской экономики и инновационные пути его реализации: часть 2: сб. науч. ст. – Омск, 2019. – С. 83-85.

3. Ермолович, Е.Г. Солнечная радиация и её влияние на человека / Е.Г. Ермолович // Витебская ордена «Знак почёта» государственная академия ветеринарной медицины: сб. науч. ст. – Витебск, 2022. – С. 17-20.
4. Литвиненко, В.М. Рак кожи причины возникновения, классификация, способы лечения и профилактики // Наука, техника и образование: сб. науч. ст. – Иваново, 2014. – №1 (1).
5. Гончарова, Ю.А. Рак кожи / Ю.А. Гончарова // Главврач Юга России: сб. науч. ст. – Ростов-на-Дону, 2015. – №2 (43).

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ



УДК 615.246.9

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_41

*Р.А. Гаранин, Е.А. Богачев*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ АЛЬГИНАТОВ И СУХИХ ДРОЖЖЕЙ ПРИ ОТРАВЛЕНИЯХ СОЛЯМИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В данной работе рассматриваются вопросы применения в качестве перорального биосорбента солей тяжёлых металлов препарата, на основе иммобилизованных на различных альгинатах сухих дрожжей. Исследовалась возможность их применения при отравлении ионами Cu и сопоставление с уже имеющимися препаратами, используемыми в качестве сорбента: активированный уголь, энтеросгель, полисорб. Получены данные возможной эффективности применения сорбентов на основе дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* иммобилизованных на альгинатах Ca, Mg.

**Ключевые слова:** биотехнология; энтеросорбенты; тяжёлые металлы; отравление; альгинаты; дрожжи; хелатные соединения; первая помощь.

*R.A. Garanin, E.A. Bogachev*

## STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING A SORBENT BASED ON ALGINATES AND DRY YEAST FOR POISONING WITH SALTS OF HEAVY METALS

In this work, the questions of application as a peroral biosorbent of salts of heavy metals the preparation based on dry yeast immobilized on various alginates are considered. The possibility of their use in case of poisoning by Cu ions and comparison with the already available preparations used as a sorbent: activated carbon, enterosgel, polysorb was studied. The data on possible effectiveness of sorbents based on yeast *Saccharomyces cerevisiae* immobilized on alginates Ca, Mg were obtained.

**Key words:** biotechnology; enterosorbents; heavy metals; poisoning; alginates; yeast; chelated compounds; first aid.

**Актуальность:** накопление токсичных соединений тяжёлых металлов в окружающей среде оказывают колоссальный вред для организма человека. Возможность **своевременно** оказать человеку помощь при остром отравлении солями тяжёлых металлов в 75% случаев является результатом действий в первые часы после отравления [8]. Данное исследование рассматривает возможность применения препарата из доступных, экономически выгодных материалов, отличающееся своей сравнительной эффективностью и универсальностью [5].

### **Введение**

Рост потребления изделий с использованием металлов в самых разнообразных отраслях деятельности человека приводит к увеличению их содержания в окружающей среде. Неконтролируемые свалки отходов, промышленные отвалы, использование пестицидов и удобрений, огромные объёмы добычи и переработки при производстве тяжёлых металлов представляют огромную опасность для здоровья и жизни людей.

Отравления соединениями тяжёлых металлов могут приводить как к острым, так и хроническим отравлениям, которые подрывают здоровье и могут привести к нетрудоспособности человека. Наибольшей токсикологической опасностью обладают: ртуть, кадмий, хром, мышьяк,

свинец, бериллий, цинк, медь, таллий, а также различные их соединения [13], [10], [4].

**Токсикокинетика соединений тяжёлых металлов** складывается из местного воздействия – деструкция ткани, некроз, и резорбтивного воздействия – блокирование функциональных групп белков (ферментов и систем): сульфгидрильные, гидроксильные, карбоксильные, amino- и фосфорсодержащие, а также структурных, ферментов, вытеснение соединений металлов из металлосодержащих ферментов, конкурируя с ними. Основной механизм отравления солями тяжёлых металлов обусловлен образованием прочной, особенно в случае с ионами мышьяка, сурьмы, ртути, висмута связи катиона металла и сульфгидрильной (тиоловой) группы [3], [10], [13]. По этой причине эти токсиканты называют тиоловыми ядами.

К основным путям поступления ионов тяжёлых металлов в организм человека можно отнести пероральный, в меньшей степени при ингаляционным (пары ртути, аэрозоли, пыль), через кожу (ртуть, хром) и слизистые. Поступая, как правило, через ЖКТ, под действием желудочного сока (HCl), соединения тяжёлых металлов всасываются в ионизированном виде. На данном этапе целесообразна их **своевременная сорбция** при острых отравлениях до преобразования



в различные «удобные» для прохождения клеточной мембраны формы, как правило в соединении с органическими веществами предотвращая их поступление в кровотоки и дальнейшее накопление в тканях и органах, откуда более сложное и длительное выведение будет зависеть от циркуляции, и депонирования. При этом происходит переход от однокомпортментной модели к многокомпортментной, что усложняет выведение токсичных металлов. Ионные формы и комплексные соединения могут выводиться через ЖКТ, почки. Хуже всего выводятся металлы образующие прочные комплексы с белками, а также депонированные в жировой и костной ткани. При этом голодание может вызвать повторное отравление эндогенного характера [1], [6], [10], [13].

В зависимости от количества, поступившего или же накопленного металла в организме, различают острые и слабые отравления. Слабые – хронические, связанные с постоянным поступлением в организм тяжёлых металлов, имеют накопительный эффект, могут быть связаны с употребляемыми продуктами питания, загрязнением питьевой воды, работа или проживание в загрязнённой территории с высоким содержанием соединений тяжёлых металлов. Острые – моментальные, связаны с единовременным поступлением в организм большого количества вещества с высоким содержанием тяжёлых металлов (аварии на предприятиях, несоблюдение техники безопасности на производстве, употребление с пищей или передозировка лекарственными препаратами с высоким содержанием ионов тяжёлых металлов) [7].

В зависимости от степени тяжести и очага поражения будет напрямую зависеть ход мероприятий по выведению тяжёлых металлов из организма в основе которого лежит биосорбция – био-физико-химическое взаимодействие субстрата с токсикантом с целью его детоксикации и элиминации. Биосорбция осуществляется за счёт хелатирующих агентов – комплексообразователей, обладающих большой стойкостью, растворимостью и способностью легко выводиться из организма человека через почки [1], [13].

Эффективность комплексообразователя складывается из его сродства к металлу, растворимости в воде, липофильности [13]. Обратной избирательной токсичности, специфичности поражаемого органа и не специфичности сорбции, существует большое количество антидотов металлов тиолового ряда как растительного (актапульгит, доннагель, медетопект, фибролакт), так и мине-

рального происхождения (энтеросгель, энтеросорб, белосорб-п) [12]. Стоит отметить успешное применение в качестве энтеросорбента тяжёлых металлов ряда хелатных соединений в животноводстве [11].

В случае применения энтеросорбента стоит отметить более высокую эффективность **поверхностно активных** веществ [13] и механизм **энтеро-гепатического рециклинга** способствующий своевременной коррекции уровня ионов металлов в крови [12].

Современные методы искусственной детоксикации обменный плазмоферез, ранний гемодиализ, лимфорея, перитонеальный диализ (основанный на площади соприкосновения детоксиканта с поверхностью), детоксикационная гемо и энтеросорбция за счёт уменьшения концентрации токсиканта. Однако в токсикогенную фазу острого отравления эффективность данных методов имеет значимость только при **немедленном** применении [9].

Исследования в области сорбционных способностей дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* показывают их высокую эффективность по отношению к ионам тяжёлых металлов за счёт карбоксильной, гидроксильной, фосфорилильной и амино-, тиольной групп и наличию липидов доступных различным ионам тяжёлых металлов. Сила замещения биополимера, содержащего хитин-гликановый комплекс убывает в следующем порядке по связям: карбоксильные группы, аминогруппы, фосфорилильные группы, сульфгидрильные группы, липиды [14]. Отмечаются также высокие кумулятивные свойства клеточных стенок данных микроорганизмов и применение в промышленных целях в качестве сорбентов тяжёлых металлов [8], [2].

Однако экстраполяция различных исследований по отношению к человеческому организму некорректно ввиду процессов, протекающих в нём, их скорости и обратимости.

Учитывая сорбционные способности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* закрепленных на альгинатах нами выдвигается тезис о возможности применения данного препарата в качестве универсального энтеросорбента при отравлении различными тяжёлыми металлами.

**Материалы исследования:** В качестве биосорбента использовался иммобилизованный комплекс на основе сухой дрожжевой культуры *Saccharomyces cerevisiae* и альгинатов:

1. Альгинат Ca + дрожжи, активированный 0,5% HCl (1 час) + NaSiO<sub>3</sub>.

2. Альгинат Ca, Mg + дрожжи, активированный 0,5% HCl (1 час) + NaSiO<sub>3</sub>.

3. Альгинат Са + дрожжи, активированный 1% HCl (1 час). Активация минеральной кислотой (HCl) необходима для деминерализации сорбента и увеличение числа свободных хелатирующих функциональных групп.

Выбор энтеросорбента ионов тяжёлых металлов основывается как на высокой поверхностной эффективности за счёт большого содержания функциональных хелатирующих групп, содержащихся в хитин-гликановом комплексе дрожжей [5, 15]. Увеличение площади контакта способствует ускорению процесса сорбции и количественному увеличению сорбции путём замещения активных групп ионами тяжёлых металлов, однако даже частичная иммобилизация способствует экранированию части активных центров сорбции [2]. Выбранный для исследования тяжёлый металл – медь, цинк. Выбор альгинатов обусловлен возможной токсичностью продуктов реакции сорбента с ионами тяжёлых металлов. Применялся потенциометрический метод и математическая обработка результатов измерения. В основе механизма сорбции лежит наличие большого количества функциональных

групп (карбоксильные, аминогруппы, карбонильные, имино группы, HS группы) оказывающие хелатирующий эффект в отношении ионов металлов.

**Объектом исследования** является сорбция ионов тяжёлых металлов.

**Предметом исследования** являются сорбционные способности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* иммобилизованные на различных альгинатах.

**Целью исследования** является изучение возможности перорального применения в качестве биосорбента солей тяжёлых металлов сухих дрожжей (*Sachfromyces cerevisiae*) иммобилизованных на различных альгинатах.

Нами был проведён эксперимент основной задачей которого было исследовать эффективность препарата на основе сухих дрожжей и альгинатов кальция и магния [17] и сопоставить её с результатами уже имеющихся препаратов: Полисорб, Энтеросгель, Активированный уголь. В ходе исследования нами были получены следующие результаты (рисунок 1).

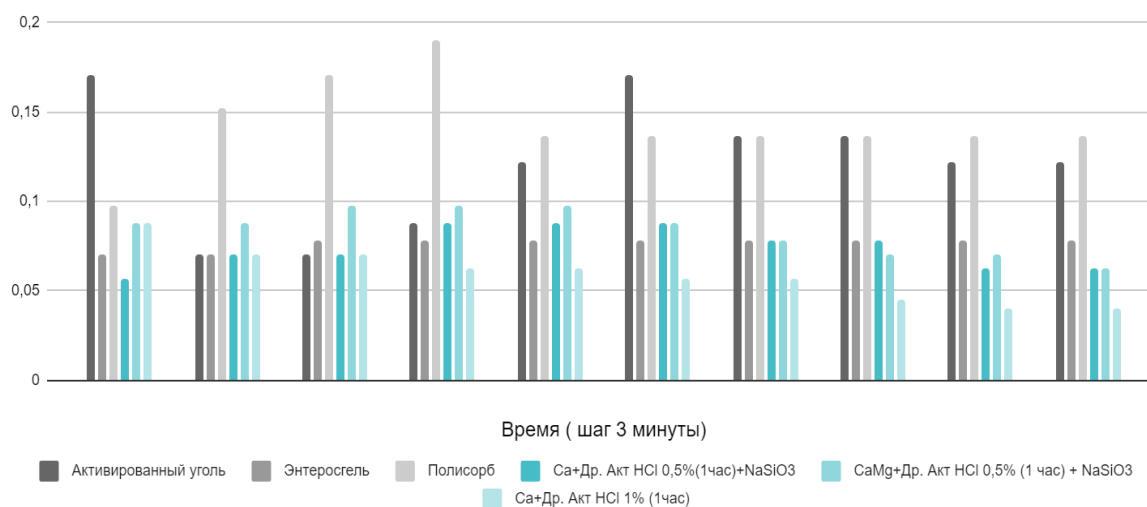


Рисунок 1 – Концентрация ионов Cu с течением времени

В ходе проведённого нами исследования было выявлено значительное снижение концентрации ионов меди в сравнении с имеющимися препаратами за первые 30 минут действия. Отдельно можно отметить сорбционные способности препарата на основе альгината Са с дрожжами активированного 1% HCl по отношению к ионам меди.

В переводе на эффективность (рисунок 2) наглядно видна разница между препаратами на основе иммобилизованных дрожжей

на различных альгинатах по сравнению со управляющимися с этой задачей энтеросорбентов (в данном случае это энтеросгель).

Также нами была исследована сорбционная способность мелкодисперсного препарата на основе альгинатов и дрожжей. В данном исследовании мы можем наблюдать что в зависимости от фракций препарата меняется и течение его сорбции (рисунок 3). Мелкодисперсный препарат сорбирует ионы меди эффективнее в **первые минуты** по сравнению с крупными его фракциями за то же время использования.

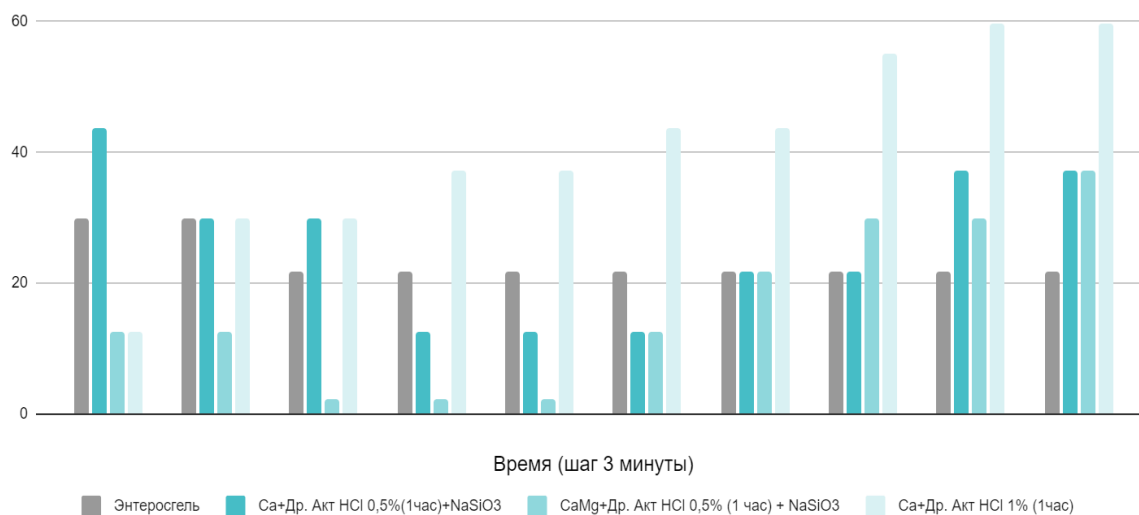


Рисунок 2 – Эффективность концентрации ионов Cu

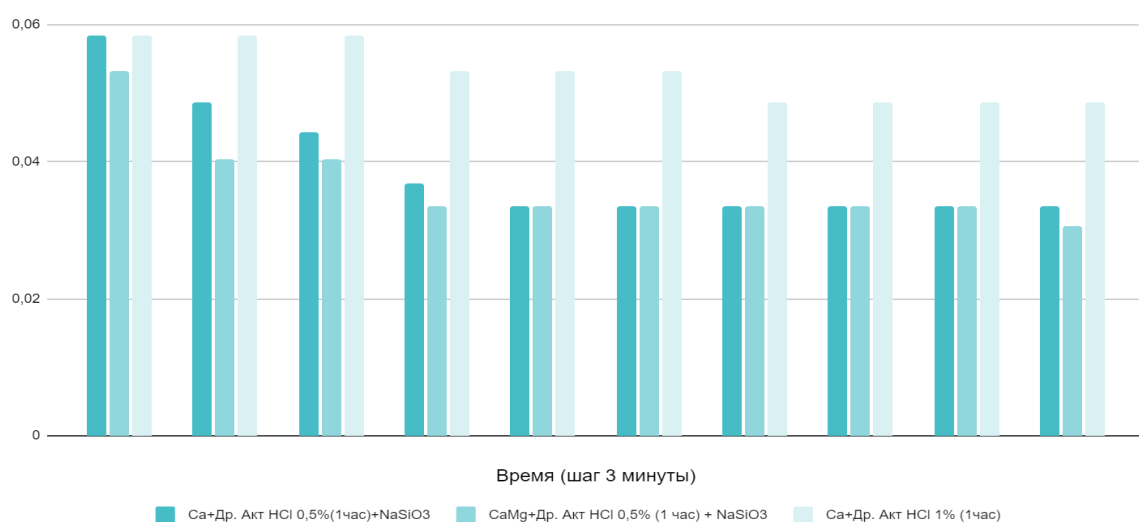


Рисунок 3 – Концентрация ионов Cu с использованием мелкодисперсного вещества с течением времени

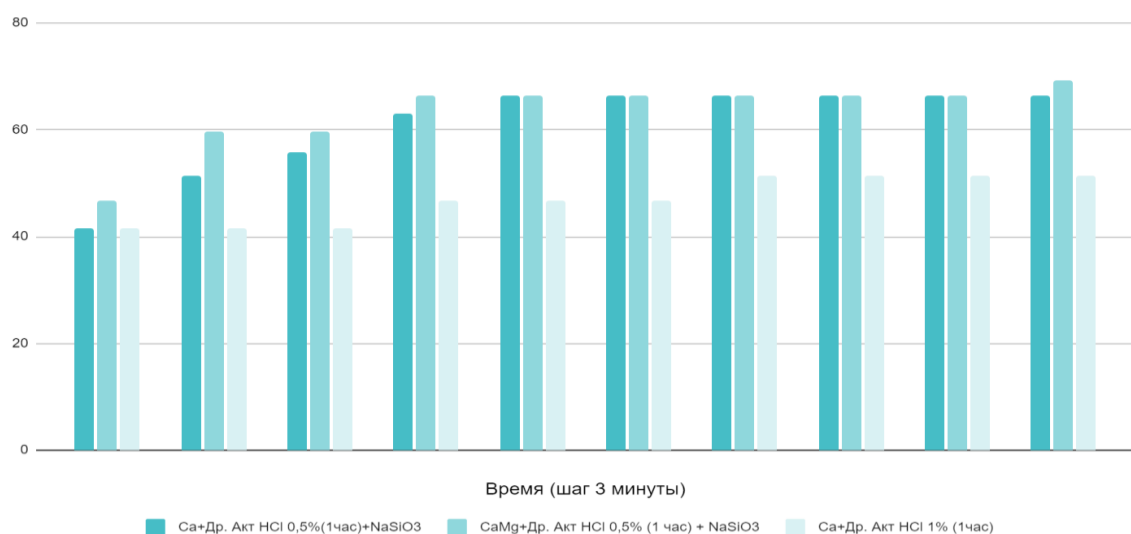


Рисунок 4 - Эффективность сорбции ионов Cu мелкодисперсным веществом

В переводе на эффективность хорошо видно **быстродействие** препарата на основе дрожжей и альгинатов, однако эффективность так же быстро снижается, что наталкивает на мысль о применении разнотипного препарата, для увеличения времени **эффективной** сорбции и предотвращения скорейшего насыщения хитин-гликанового комплекса ионами тяжёлых металлов (рисунок 4).

**Полученные результаты** могут говорить нам о сравнительно высокой сорбционной эффективности соединений на основе дрожжей с альгинатами по сравнению с другими исследуемыми препаратами: активированным углем, энтеросгелем и полисорбом.

Среди сорбентов, на основе иммобилизованных различными альгинатами дрожжей по отношению к ионам Си можно выделить Альгинат Са + дрожжи, активированный 1% HCl (1 час) как лучший из имеющихся **на данный момент**.

Возможно применение как крупно, так и мелкодисперсного препарата благодаря временным различиям в фазах действия. Наряду с этим, полу-

ченные данные могут говорить нам о практической бесполезности в качестве сорбентов ионов тяжёлых металлов таких препаратов как активированный уголь, полисорб. Вместе с тем, эти сорбенты и не являются селективными в отношении ионов металлов. Их используют как сорбенты широкого спектра действия.

**Вывод:** использование в качестве энтеросорбентов препаратов на основе дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* закрепленных на альгинатной матрице целесообразно ввиду своей сравнительно высокой эффективности, универсальности и доступности.

В ходе проведённого нами исследования остаются не изученными следующие вопросы: процесс полноты сорбции в модели желудочно-кишечного тракта при изменении значений pH и влияние других факторов (температуры, ферментов и т.д.), поиск оптимального «рецепта» препарата (на основе альгинатных биосорбентов), оптимальных доз и форм в зависимости от тяжёлого металла, возможность применения препаратов на основе биосорбентов при отравлении соединениями радионуклидов.

#### Список литературы:

1. Военная токсикология и токсикология экстремальных ситуаций: Учебник / А.А. Бова, С.С. Горохов. – Минск: БГМУ, 2005. – 662 с.
2. Аронбаев, С.Д. Изучение сорбции ионов тяжёлых металлов биосорбентом на основе клеточных стенок дрожжей, иммобилизованных в Са-альгинатный гель в статическом и динамическом режимах [Электронный ресурс] / С.Д. Аронбаев // Universum: химия и биология. – 2016. – №6 (24). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-sorbsii-ionov-tyazhelyh-metallov-biosorbentom-na-osnove-kletochnyh-stenok-drozhzhey-immobilizovannyh-v-sa-alginatnyy-gel-v> (дата обращения: 25.03.2023).
3. Ахполова, В.О. Современные представления о кинетике и патогенезе токсического воздействия тяжёлых металлов (обзор литературы) / В.О. Ахполова, В.Б. Брин // Вестник новых медицинских технологий, 2020. – № 27 (1). – С. 55-61. – doi: 10.24411/1609-2163-2020-16578.
4. Габараева, З.Г. Действие тяжёлых металлов на организм человека / З.Г. Габараева, Д.Ч. Макиева // Образование и право. – 2020. – № 11. – С. 302-304. – DOI 10.24411/2076-1503-2020-11146.
5. Гаранин, Р.А. Исследование возможности использования дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) в качестве биосорбента тяжёлых металлов из промышленных сточных вод / Р.А. Гаранин, И.Н. Лыков // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Естественные науки. – 2008. – № 1(28). – С. 110-120. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-ispolzovaniya-drozhzhey-saccharomyces-cerevisiae-v-kachestve-biosorbenta-tyazhelyh-metallov-iz> (дата обращения: 25.03.2023).
6. Гулиева, С.В. Влияние тяжёлых металлов на биохимические процессы в организме человека / С.В. Гулиева, Р.Д. Керимова, М.Ю. Юсифова // Academy. – 2018. – № 12(39). – С. 77-81.
7. Марченко, Д.В. Первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях / Д.В. Марченко, А.Р. Ермаков. – Иркутск: типография ФГОУ ВПО ВСИ МВД РФ, 2009. – 197 с.
8. Жданова, Г.О. Детоксикация растворов солей ртути, кадмия, свинца и мышьяка коммерческим препаратом дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Г.О. Жданова, О.Ф. Вятчина, Д.И. Стом [и др.] // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2014. – Т. 7. – С. 56-60.
9. Markov, Yu.I. Methods of artificial detoxification in acute poisonings / Yu.I. Markov // Emergency medicine. – 2019. – No. 8(103). – P. 91-95. – DOI 10.22141/2224-0586.8.103.2019.192378. – EDN QLBPKP.

10. Общая токсикология / Б.А. Курляндский, В.А. Филов, В.С. Безель [и др.]; Под редакцией Б.А. Курляндского, В.А. Филова. – Москва: Издательство «Медицина», 2002. – 608 с.
11. Опыт применения хелатных соединений при профилактике отравлений тяжёлыми металлами у крупного рогатого скота / А.А. Стекольников, Л.Ю. Карпенко, А.А. Бахта, А.И. Енукашвили // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – № 1(13). – С. 88-91. – EDN UKSKXN.
12. Розанов, В.А. Экология человека / В.А. Розанов. – Одесса: Одесский гидрометеорологический институт, 2001.
13. Куценко, С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко. – Санкт-Петербург: ООО «Издательство Фолиант», 2004. – 570 с.
14. Аронбаев, С.Д. Биосорбция тяжёлых металлов клеточными оболочками дрожжей *saccharomyces cerevisiae* [Электронный ресурс] / С.Д. Аронбаев, А.М. Насимов, Д.М. Аронбаев // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2011. – №1 (2). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biosorbtsiya-tyazhelyh-metalov-kletochnymi-obolochkami-drozhzhey-saccharomyces-cerevisiae> (дата обращения: 25.03.2023).
15. Гаранин, Р. А. Метод биосорбции тяжёлых металлов из промышленных сточных вод с использованием пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*: специальность 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)»: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Роман Анатольевич Гаранин. – Москва, 2011. – 25 с.
16. Гаранин, Р.А. Поглощение ионов меди из водных растворов культурами дрожжей [Электронный ресурс] / Р.А. Гаранин, И.Н. Лыков // The Scientific Heritage. – 2021. – № 80-3(80). – С. 7-10. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-80-3-7-10. – URL: <http://www.scientific-heritage.com/wp-content/uploads/2021/12/The-scientific-heritage-No-80-80-2021-Vol-3.pdf>.
17. R.A. Garanin and I.N. Lykov (2022) OP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.981. (2022) 042.059 DOI:10.1088/1755-1315/981/4/042059.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 372.891

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_47

*А.В. Колесов***ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ОБУЧЕНИИ ГЕОГРАФИИ**

Данная статья посвящена вопросам разработки рекомендаций по использованию веб-ГИС технологий при обучении географии. Приводятся примеры использования веб-ГИС при обучении географии в современной школе. Рассмотрены преимущества и недостатки ГИС в их использовании в образовательном процессе.

*Ключевые слова:* веб-ГИС; география; методика обучения; интернет-ресурсы; рекомендации.

*A.V. Kolesov***GEOINFORMATION SYSTEMS IN TEACHING GEOGRAPHY**

This article is devoted to the development of recommendations for the use of web GIS technologies in teaching geography. Examples of the use of web GIS in teaching geography in a modern school are given. The advantages and disadvantages of GIS in their use in the educational process are considered.

*Key words:* web GIS; geography; teaching methods; Internet resources; recommendations.

Целью исследования является анализ использования веб-ГИС при обучении географии.

Объектом исследования является веб-ГИС.

Предметом исследования является методика использования веб-ГИС в обучении географии.

Практическая значимость работы: представлено понятие об интернет-ресурсах и веб-ГИС, их место и значение в образовательном процессе, раскрыты методические особенности применения на уроках географии, представлен материал, который можно использовать при разработке учебного занятия по географии с применением информационных технологий.

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Под влиянием информатизации общества происходят существенные изменения в механизме функционирования и реализации системы образования.

Для эффективного использования информационно-коммуникативных технологий в образовании необходимо знать их свойства и функции, чтобы четко определить, в решении каких дидактических задач целесообразно их использование.

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Под влиянием информати-

зации общества происходят существенные изменения в механизме функционирования и реализации системы образования.

Для эффективного использования информационно-коммуникативных технологий в образовании необходимо знать их свойства и функции, чтобы четко определить, в решении каких дидактических задач целесообразно их использование.

Некоторые ГИС, которые можно использовать при обучении географии:

1. Веб-ГИС «Чертежи Русского государства XVI-XVII вв.» (<http://rgada.info/geos2/>).

Данную ГИС можно использовать для обучения в 5 классе в тематических блоках планы местности, географические карты; в 7 классе в тематическом блоке взаимодействие природы и общества; в 8 классе в тематических блоках история формирования и освоения территории России, географическое положение и границы России, территориальные особенности размещения населения России.

Плюсы:

- Достаточно доступный интерфейс сайта.
- Возможность увидеть старые карты нынешних территорий.
- Выделены административные границы и центры, также есть возможность поиска чертежа или плана, что упрощает поиск.
- Ко многим картам есть комментарий (надписи, надписи на обороте, год выпуска и др.).
- С помощью данного ГИС возможно достичь целей ФГОС: воспитание чувства патриотизма, любви к своей родине, малой родине; развитие познавательных интересов; воспитание экологической культуры; формирование способ-

ностей поиска и применения различных источников географической информации; формирование географических знаний и умений.

Минусы:

- Нет карт многих территорий.

- Низкое качество изображения, иногда карту плохо видно даже если сильно приблизить.

- У некоторых карт нет легенд, что усложняет чтение, а значит и формирование навыка.

2. Леонид Мотовских (<https://motovskikh.ru/>).

Данная ГИС располагает большим количеством тестов для обучения и проверки знаний: Россия (города, моря, реки) Европа, Азия, Африка, Северная Америка, Южная Америка, Океания. Также есть тесты по отдельным субъектам, федеральным округам России и по многим странам мира.

ГИС можно использовать для закрепления знаний и знакомству со странами. В 8 классе в тематическом блоке географическое положение и границы России, территориальные особенности размещения населения России, административно-территориальное устройство России, районирование территории, моря России, внутренние воды и водные ресурсы.

Плюсы:

- Проверка знаний проходит в форме викторины или игры, что помогает развивать познавательный интерес.

- Тесты по определённому субъекту России способствует воспитание чувства патриотизма, любви к своей родине, малой родине.

- ГИС постоянно пополняется новыми тестами.

- После прохождения теста сразу виден результат, количество ошибок, время, затраченное на его прохождение.

- Несколько уровней сложности.

Минусы:

- Есть вероятность «заучивания» без осмысливания, что необходимо не допускать.

3. ГИСМетео (<https://www.gismeteo.ru/>).

Данную ГИС можно использовать для обучения в 5 классе в тематическом блоке географические карты, в практикуме «Сезонные изменения в природе своей местности»; в 7 классе в тематическом блоке атмосфера и климаты Земли; в 8 классе в тематическом блоке климат и климатические ресурсы.

Плюсы:

- Есть легенда для каждой карты.

- Карты не перегружены информацией.

Минусы:

- Карты только для 3-х регионов (Европа, Сибирь, Дальний Восток).

- Нельзя приблизить или отдалить.

- Хотя на картах есть широты и долготы, но градусы на них не указаны, что усложняет чтение и ориентацию на карте.

4. ЭтоМесто – старые карты России и мира онлайн (<http://www.etomesto.ru/>).

ГИС похоже на Веб-ГИС «Чертежи Русского государства XVI-XVII вв.», но есть существенные отличия. Во-первых, старые карты не накладываются поверх, а находятся в отдельном окне, что упрощает сравнение карт. Во-вторых, есть возможность посмотреть фото нужной территории, как если бы Вы были там. В целом, данную ГИС можно использовать для тех же целей.

Плюсы:

- Огромное количество карт разных дат выпуска.

- К картам есть легенда, описание и характеристика.

- При перемещении карты другая карта-дублер также перемещается и показывает нынешнее (современное) расположение объекта.

- Указывается широты и долготы вплоть до секунд.

- Карты подписаны связанными с тем временем историческим событием.

- Карты высокого качества и разрешения.

- Появляются новые карты.

Минусы:

- Существенных минусов не выявлено.

### Выводы

На современном этапе достижение результата в обучении географии без использования информационно-компьютерных технологий невозможно. Внедрение ИКТ позволяет усилить ориентацию на наглядное представление изучаемого материала, а принцип наглядности в географии имеет особое значение. В процессе использования ИКТ на уроках географии повышается мотивация обучения, уровень эмоционального восприятия информации, формирования умения реализовать разнообразные формы самостоятельной деятельности по обработке информации. Данная технология формирует у учащихся умение принимать оптимальное решение или предлагать варианты решения в сложной ситуации, развивает умение осуществлять экспериментально-исследовательскую деятельность, позволяет активизировать познавательную деятельность учащихся, а также формировать умения работать с разнообразными источниками дополнительной информации.

С использованием информационно-коммуникационных технологий, образование приобрело новое качество – возможность оперативно получать информацию из любой точки земного шара. Через глобальную компьютерную сеть Интернет

возможен мгновенный доступ к мировым информационным ресурсам (электронным библиотекам, базам данных, хранилищам файлов, и т.д.).

Современная система образования требует активного внедрения информационно-коммуни-

кационных технологий, позволяющих использовать качественно новые возможности образовательного процесса. Применение ИКТ становится обязательным условием и выводит процесс преподавания и обучения на более высокий уровень.

*Список литературы:*

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/55170507/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 08.11.2021).
2. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и защите информации» № 149-ФЗ от 27.07.2006 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61798/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/) (дата обращения: 08.11.2021).
3. Федеральный закон «О персональных данных» № 152-ФЗ от 27.07.2006 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61801/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/) (дата обращения: 08.11.2021).
4. Ахметшина, Г.Х. Использование ИКТ в учебно-воспитательном процессе / Г.Х. Ахметшина. – Москва: Академия, 2017. – 89 с.
5. Баранов, А.С. Компьютерные технологии в школьной географии / А.С. Баранов, В.Г. Суслов, А.И. Шейнис; под ред. А.С. Баранова. – Москва: Издательский дом «ГЕНЖЕР», 2016. – 80с.
6. Бордовский, Г.А. Использование электронных образовательных ресурсов нового поколения в учебном процессе / Г.А. Бордовский, И.Б. Готская, С.П. Ильина, В.И. Снегурова. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2017. – С. 112.
7. Григорьев, А.А. Удивительная география: учеб. пособие / А.А. Григорьев. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 364 с.
8. Захарова, И.Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высших педагогических учеб. заведений / И.Г. Захарова. – Москва: Академия, 2016. – 192 с.
9. Кручинина, Г.А. Методическая работа преподавателя в условиях использования новых информационных технологий обучения / Г.А. Кручинина // Проблемы теории и практики в подготовке современного специалиста. Межвузовский сборник научных трудов. – Нижний Новгород: Изд-во НГЛУ, 2019. – С. 126-136.
10. Осин, А.В. Электронные образовательные ресурсы нового поколения: в вопросах и ответах / А.В. Осин. – Москва: Агентство «Социальный проект», 2017. – С. 59-64.
11. Полат, Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. высших учебных заведений / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. – Москва: Академия, 2017. – 368 с.
12. Пономарев, М.В. Методические рекомендации по использованию набора цифровых образовательных ресурсов в учебном процессе / М.В. Пономарев [и др.]. – Москва: «Фирма», 2016. – С. 74-82.
13. Трайнев, В.А. Информационные коммуникационные педагогические технологии: учеб. пособие / В.А. Трайнев, И.В. Трайнев. – 3-е изд. – Москва: изд.-торг. корпорация «Дашков и К0», 2017. – С. 9-110.
14. Яковлев, А.И. Информационно-коммуникационные технологии в образовании / А.И. Яковлев // Информационное общество. – 2019. – Вып. 2. – С. 32-37.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ



УДК: 61.613.613.6.613.6.01

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_50

*Р.А. Магомедов, А.П. Мalyutina***ЭТИОЛОГИЯ И ПАТОГЕНЕЗ ХРОНИЧЕСКОГО ГАСТРИТА У СТУДЕНТОВ**

Сохраняется актуальность касающихся вопросов этиологии и патогенеза хронического гастрита, НР ассоциированного и химикотоксикоиндуцированного, остаются нерешенные вопросы – что поддерживает течение антрального гастрита после эрадикации и вопросы этиологии аутоиммунного гастрита, вопрос эпидемиологии, диагностики и клинических аспектов хронического гастрита. Распространенность хронического гастрита среди взрослого населения составляет 80-85%.

В экспериментальных и клинических исследованиях последних лет установлено, что при хронических воспалительных гастроудоденальных заболеваниях, помимо хеликобактерной инфекции, важное значение принадлежит вирусам группы герпеса – 1, 2, 6, 7, 8 типов, Эпштейна-Барр, цитомегаловирусу.

Хронический гастрит (ХГ) представляет собой рецидивирующее длительное воспаление слизистой оболочки желудка, которое подвергается структурному ремоделированию, что приводит к атрофии, дистрофии и нарушению регенерации. В результате этих изменений происходит нарушение секреторной функции соляной кислоты и пепсина (пищеварительных ферментов), а также моторики и синтеза желудочно-кишечных гормонов.

*Ключевые слова:* симптоматика ХГ; хронический гастрит; *Helicobacter pylori*.

*R.A. Magomedov, A.P. Malyutina***ETIOLOGY AND PATHOGENESIS OF CHRONIC GASTRITIS IN STUDENTS**

The relevance of issues related to the etiology and pathogenesis of chronic gastritis, HP associated and chemically toxicoinduced, remains unresolved - what supports the course of antral gastritis after eradication and the etiology of autoimmune gastritis, the epidemiology, diagnosis and clinical aspects of chronic gastritis. The prevalence of chronic gastritis among the adult population is 80-85%.

In experimental and clinical studies in recent years, it has been established that in chronic inflammatory gastroduodenal diseases, in addition to helicobacter infection, herpes viruses are important – 1, 2, 6, 7, 8 types, Epstein-Barr, cytomegalovirus.

Chronic gastritis (HCG) is a recurrent long-term inflammation of the gastric mucosa, which undergoes structural remodeling, which leads to atrophy, dystrophy and impaired regeneration. As a result of these changes, there is a violation of the secretory function of hydrochloric acid and pepsin (digestive enzymes), as well as motility and synthesis of gastrointestinal hormones.

*Key words:* symptoms of HCG; chronic gastritis; *Helicobacter pylori*.

**Этиология хронического гастрита**

К внешним факторам относятся:

- наиболее существенный – заражённость желудка *Helicobacter pylori*, и в меньшей степени – другими бактериями или грибами;
- нарушения питания;
- вредные привычки: алкоголизм и курение;
- длительный приём лекарств, раздражающих слизистую оболочку желудка, в особенности, глюкокортикоидных гормонов и нестероидных противовоспалительных препаратов, ацетилсалициловой кислоты;
- воздействие на слизистую радиации и химических веществ;
- паразитарные инвазии;
- хронический стресс.

К внутренним факторам относятся:

- генетическая предрасположенность;
- дуоденогастральный рефлюкс;

– аутоиммунные процессы, повреждающие клетки желудка;

- эндогенные интоксикации;
- гипоксемия;
- хронические инфекционные заболевания;
- нарушения обмена веществ;
- эндокринные дисфункции;
- недостаток витаминов;
- рефлекторные воздействия на желудок от других поражённых органов.

Хронический гастрит (ХГ) занимает одно из первых мест среди заболеваний желудка. В странах с развитой статистикой он фиксируется у 80-90% больных.

В основе хронического воспаления лежит воспалительная инфильтрация круглых клеток нейтрофилами (разновидность лейкоцитов крови) и другими клетками иммунной системы слизистой оболочки желудка. В результате длительной воспалительной реакции запускается

процесс перестройки структуры слизистой оболочки желудка и развитие в ней неполноценных регенеративных процессов (регенераторных нарушений) с последующим переходом в дистрофию и атрофию. В конечном итоге это приводит к желудочной дисфункции, проявляющейся гипо-или ахлоргидрией (снижение или отсутствие соляной кислоты в желудочном соке).

Хроническая форма гастрита длительное время способна протекать незаметно. Кроме указанной, другими причинами возникновения хронического гастрита называют:

- инфицирование слизистой бактериями *Helicobacter pylori* (тип В);
- воздействие иммунных клеток организма против стенок желудка (тип А);
- выброс желчи из двенадцатиперстной кишки в желудок (тип С).

Хронический гастрит характеризуется серьезным поражением слизистой, одна из особенностей болезни – атрофия – разрастание соединительной ткани, замещающей клетки, обеспечивающие организм желудочным соком. При хронической форме его может вырабатываться меньше. При незаметном течении болезни всё же наблюдаются периоды обострения и ремиссии.

#### **Клиническая классификация ХГ:**

Хронический гастрит типа А – первичный аутоиммунный гастрит дна желудка (фундальный).

Гастрит типа В – антральный гастрит бактериального происхождения.

Тип С – рефлюкс-гастрит.

Существуют также специфические хронические гастриты, такие как радиационный, аллергический, лимфоцитарный, гранулематозный. По стадии хронического процесса гастрит может быть в фазе ремиссии или воспаления.

#### **Симптомы хронического гастрита**

Тяжесть; рвота, тошнота; изжога (из-за заброса в пищевод кислого содержимого желудка, при увеличенной секреции хлористоводородной кислоты).

Неприятный привкус в полости рта.

Отрыжка (при снижении моторики желудка, секреторной недостаточности).

Снижение аппетита (в связи со снижением секреции желёз, уменьшением кислотности желудочного сока, гипотонией мышц желудка).

Боли при пальпации или при приёме пищи, определённом положении тела, физических нагрузках (как результат раздражения окончаний вегетативной нервной системы, рецепторов

в серозной оболочке, мышцах, при спазмах и растяжениях).

Нарушения стула (запор может быть при уменьшении количества потребляемой пищи, диарея при нарушении процессов секреции желудочных желез).

Метеоризм, ощущение урчания, резкое похучение.

В первой фазе появляются кратковременная боль и дискомфорт в животе (верхней части), тяжесть, тошнота, изжога, указывающая на нарушение работы естественных клапанов желудка с забросом в пищевод непереваренной пищи из желудка. Признаки нарушения пищеварения можно обнаружить и в кишечнике: метеоризм, усиленное урчание, расстройство стула. Инфекция *Helicobacter pylori* препятствует обновлению слизистой, что приводит к постепенной её дегенерации с потерей желез, специализирующихся на выработке желудочного сока.

Как правило, хронический гастрит со временем усугубляется язвенной болезнью (слизистая изъязвляется, возникает риск кровотечения, перфорации стенки желудка). Также очаг хронического воспаления может озлокачиваться, и результатом может быть рак желудка, либо опухоль лимфоидной ткани.

Нами в 2022 году было проведено исследование путём анкетирования 1300 студентов калужских ВУЗов на предмет наличия хронического гастрита. Во время обследования, выявили этиологию, патогенез и клиническая симптоматика заболевания (хронического гастрита). В конце исследования мы провели анализ и полученные результаты вносили в статистические данные. В исследовании приняли участие студенты в возрасте от 18 до 21 года. В процессе исследования были выявлены следующие жалобы (см. диаграмму 1).

Из диаграммы №1 видно, что из жалоб при хроническом гастрите лидирует изжога, а также язык с налётом и отрыжка.

Путём опроса и анализа статистических данных так же определены самые частые причины возникновения ХГ (см. диаграмму 2).

При расчёте в процентном отношении по диаграмме № 2 видно, что основная масса-869 студента имеют в анамнезе *Helicobacter pylori*. Так же немаловажными причинами возникновения ХГ послужили такие причины как: Злоупотребление жирной, острой, горячей и холодной пищей (980 студентов). И наличие вредных привычек.

Был проведён опрос о питании студентов, мы получили следующие данные (см. таб. 1).

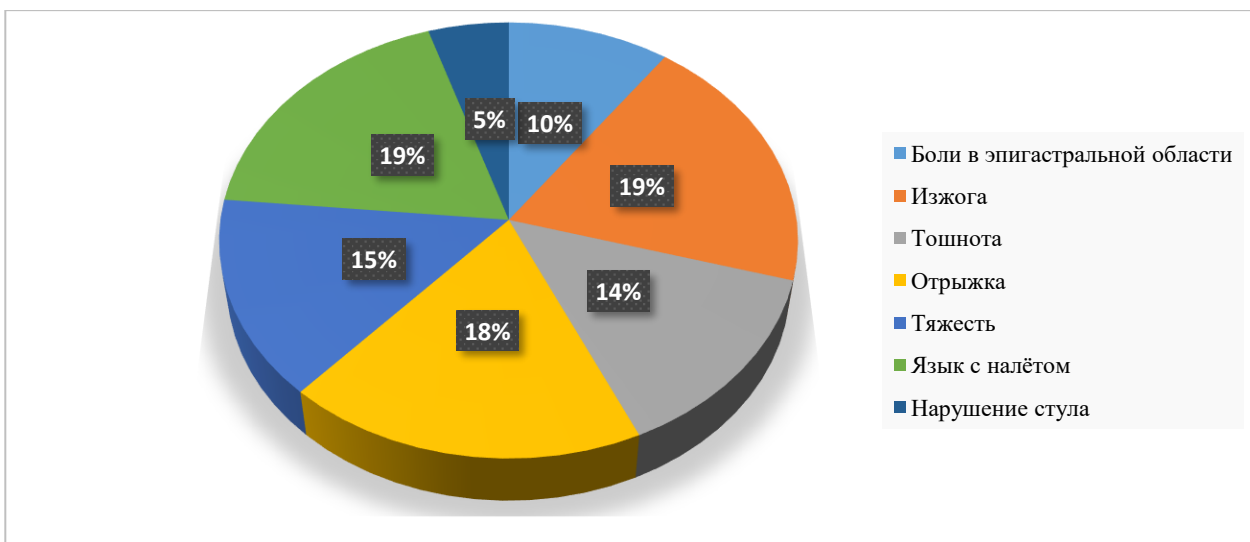


Диаграмма 1 – Жалобы при хроническом гастрите



Диаграмма 2 – Этиологические причины возникновения хронического гастрита

Таблица – 1 Питание студентов ВУЗов выявленное в процессе обследования

| Сколько раз:               | 1-2 раза      | 3-4 раза      | 5-6 раз       |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| в день принимают пищу      | 521 студент   | 320 студентов | 159 студентов |
| в неделю едят первые блюда | 247 студентов | 493 студента  | 260 студентов |
| в неделю едят фастфуд      | 96 студентов  | 768 студентов | 36 студентов  |

По данным исследования больше 50% студентов не соблюдают режим питания. При опросе было выявлено, что основное количество

человек принимают пищу 1-2 раза в день, это влияет на качество пищеварения рефлекторную работу желудка.

Таблица 2 – Возрастная категория студентов, страдающих хроническим гастритом

| Возраст    | Женщины | (%) | Мужчины | (%) |
|------------|---------|-----|---------|-----|
| 18 лет     | 188     | 19% | 169     | 17% |
| 19 лет     | 96      | 10% | 324     | 32% |
| 20 лет     | 115     | 11% | 85      | 9%  |
| 21 год     | 20      | 2%  | 3       | 1%  |
| Всего 1000 | 419     |     | 581     |     |

Хронический гастрит – длительно протекающее заболевание, характеризующееся развитием ряда морфологических изменений слизистой оболочки желудка и сопровождающееся различными нарушениями его основных функций.

По данным нашего исследования из 1300 студентов ВУЗов Калужской области которые приняли участие, у 1000 выявлен хронический гастрит, это около 77%.

Хронический гастрит провоцирует воспаление слизистой оболочки желудка, которое подвергается структурному повреждению, что приводит к атрофии, дистрофии и нарушению регенерации.

При этом, в молодом возрасте чаще диагностируется хронический гастрит, неассоциированный с НР.

Распространенность хронического гастрита является крайне высокой и коррелирует с инфицированностью *H. pylori*; процент студентов предъявляющие жалобы диспепсического характера составил больше 20%. Немаловажную роль играет питание человека, а как показывает статистика, проведенного нами исследования больше 50% студентов употребляют пищу 1-2 раза в день.

На возникновение ХГ оказывают влияние самые разнообразные факторы. Так же развитию хронического гастрита способствуют сопутствующие заболевания.

Следствием длительно протекающего хронического гастрита являются атрофические, метапластические, диспластические изменения и опухоли слизистой. Трансформацию острого гастрита в хронический провоцируют постоянные рецидивы заболевания, неграмотное лечение, продолжительное влияние на слизистую агрессивной среды.

Приведённые данные из нашего исследования говорят о том, что распространённость ХГ имеет характер важной медицинской проблемы, решение которой лежит в профилактике начальных стадий и предотвращение осложнений.

В работе определена распространенность и установлена частота основных типов хронического гастрита в различных возрастных группах в студенческой среде. На основании сравнения исследования определены особенности клинических проявлений хронического гастрита различных возрастных групп у студентов.

#### *Список литературы:*

1. Абдулхаков, Р.А. Распространённость *Helicobacter pylori* / Р.А. Абдулхаков // Казанский медицинский журнал. – 2002. – Т.83, №5. – С. 365-367.
2. Здравоохранение в России / Л.И. Агеева, Г.А. Александрова, Н.М. Зайченко, Г.Н. Кириллова, С.А. Леонов, Е.В. Огрызко [и др.]. – Москва, 2019. – 170 с.
3. Исаков, В.А. Эпидемиология ГЭРБ: восток и запад / В.А. Исаков // Клиническая и экспериментальная гастроэнтерология. – 2004. – №5. – С. 34-37.
4. Валенкевич, Л.Н. Болезни органов пищеварения. Рук-во по гастроэнтерологии для врачей / Л.Н. Валенкевич, О.И. Яхонтова. – Санкт-Петербург: Изд-во ДЕАН, 2006. – 656 с.
5. Васильев, Ю.В. Хронический гастрит / Ю.В. Васильев // Consilium medicum. Прилож. – 2002. – Выпуск 3. – С. 6-10.
6. Возраст и эрадикационное лечение язвенной болезни двенадцатиперстной кишки / О.Н. Минушкин [и др.] // Терапевт. арх. – 2007. – №2. – С. 22-26.
7. Лечение инфекции *Helicobacter pylori*: мейнстрим и инновации (обзор литературы и резолюция экспертного совета российской гастроэнтерологической ассоциации 19 мая 2017 г.) / В.Т. Ивашкин, И.В. Маев, Т.Л. Лапина, А.А. Шептулин, А.С. Трухманов, Р.А. Абдулхаков [и др.] // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2017. – №27(4). – С. 4-21.
8. Канарейцева, Т.Д. Морфоиммунологические критерии диагностики гастрита, ассоциированного с *Helicobacter pylori* / Т.Д. Канарейцева, С.П. Чернуцкая, В.Б. Гервасиева [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2010. – №2. – С. 22-26.
9. Лазебник, Л.Б. *Helicobacter pylori*: распространенность, диагностика, лечение / Л.Б. Лазебник, Ю.В. Васильев, П.Л. Щербаков [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2010. – №2. – С. 3-7.
10. Никитин, Г.А. Оптимизация фармакотерапии у больных язвенной болезнью, ассоциированной с *Helicobacter pylori*, на терапевтическом участке / Г.А. Никитин, В.В. Руссиянов // Фарматека/ – 2008/ – №10. – С. 65-68.

УДК 574.2; 579.26

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_54

*А.С. Муравьева, И.Н. Лыков***МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ МИКРОБИОМА КОЖИ У ЧЛЕНОВ СЕМЬИ**

Пол человека и возраст вносят свой вклад в физиологические и анатомические различия, которые влияют на формирование микробиома. В связи с этим, данная статья направлена на выявление особенностей микробной контаминации кожи у совместно проживающих членов семьи, а также оценки её резистентности к антибиотикам. Объектами исследования были семьи ( $n = 27$ ), включающие родителей, бабушек, дедушек, детей и внуков. Отбор проб проводили согласно Методическим указаниям МУ 4.2.2942-11. Пробы засеивали на питательные среды, используемые при проведении традиционных бактериологических исследований. Идентификацию бактерий выполняли на основе культуральных признаков и окраски по Граму. Определение чувствительности бактерий к антибиотикам осуществляли диффузионным методом с использованием дисков, пропитанных антибиотиками. Установлено, что члены семей и особенно супружеские пары, имели схожий состав микробиоты. Количество микроорганизмов на коже представителей женского пола было в 1,2-1,38 раза выше, чем у представителей мужского пола. Чаще всего на поверхности кожи у всех членов семьи обнаруживались *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium* spp. и *Streptococcus* spp. У всех членов семей, участвовавших в эксперименте, выявлена множественная лекарственная устойчивость микроорганизмов кожи.

*Ключевые слова:* члены семьи; микрофлора кожи; антибиотики; резистентность.

*A.S. Muravyeva, I.N. Lykov***MEDICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS  
ANTIBIOTIC RESISTANCE OF THE SKIN MICROBIOME IN FAMILY MEMBERS**

Human gender and age contribute to physiological and anatomical differences that affect the formation of the microbiome. In this regard, this article aims to identify features of microbial contamination of the skin in cohabiting family members, as well as to assess its resistance to antibiotics. The study objects were families ( $n = 27$ ) including parents, grandparents, children, and grandchildren. The samples were taken according to the Methodological Instructions MU 4.2.2942-11. The samples were inoculated on nutrient media used in traditional bacteriological studies. Bacteria were identified based on cultural features and Gram staining. Sensitivity of bacteria to antibiotics was determined by the diffusion method using discs impregnated with antibiotics. Family members and especially married couples were found to have similar microbiota composition. The number of microorganisms on the skin of female representatives was 1.2-1.38 times higher than in male representatives. *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium* spp. and *Streptococcus* spp. were found most frequently on the skin surface of all family members. Multiple drug-resistant skin microorganisms were detected in all family members who participated in the experiment.

*Key words:* family members; skin microflora; antibiotics; resistance.

**Введение**

Основным внешним физическим интерфейсом между человеком и окружающей средой является кожа. Кожа содержит сложные микрэкосистемы бактерий, грибов и вирусов, каждая из которых имеет различные приспособления для выживания на коже. На протяжении всей нашей жизни стабильность и функции микробных сообществ кожи определяются как взаимодействием с хозяином, так и между микроорганизмами [1].

Микроорганизмы обеспечивают оптимальное функционирование кожи. Большое значение имеют взаимоотношения между микроорганизмами и их реакции на воздействие окружающей

среды. Оптимально сформированный микробиом является основой иммунной системы кожи. В свою очередь, нарушения видового состава, внутренних взаимодействий и отношений между микробиомом и другими областями тела человека приводят к патологическим изменениям, которые не ограничиваются исключительно кожей.

Кожа предотвращает вторжение чужеродных патогенов и создает условия для жизнедеятельности комменсальной микробиоты. Средняя площадь кожи у взрослого человека составляет 1,8–2 м<sup>2</sup>. На коже человека присутствуют 205 видов микроорганизмов, представляющих 19 родов. Качественный состав микрофлоры, присутствующей на коже и слизистых поверхностях

открытых полостей, включает десятки и сотни разнообразных видов микроорганизмов. Бактерии являются наиболее доминирующими и наиболее изученными представителями микробиома кожи. В зависимости от чистоты кожи на 1 см<sup>2</sup> может находиться от нескольких сотен тысяч до миллионов бактерий. Питание их обеспечивается выделениями жировых и салных желез, отмершими клетками и продуктами распада. На поверхности кожи здорового человека преобладают стафилококки, стрептококки, микрококки, сарцины, дрожжи, коринебактерии и условно-патогенные бактерии. Представители рода *Corynebacterium* иногда составляют до 70% всей кожной микрофлоры [2, 3, 4].

Кожные бактерии не только разнообразны по таксономии, но и различаются по количеству. Элементы микробного сообщества, находящиеся на поверхности кожи человека, обычно проникают через эпидермальный барьер и попадают в дермальные компартменты. Это позволяет предположить, что бактерии в коже напрямую взаимодействуют с различными типами клеток кожи и влияют на их фенотипы.

Микробные сообщества у разных людей различаются. Этому способствуют различные факторы, включая родственные связи, возраст и профессию. Наше окружение, в том числе люди и животные, с которыми мы взаимодействуем, также влияют на формирование индивидуальных микробных сообществ [5]. Прямой контакт с членами семьи, с одной стороны, может изменить состав микробного сообщества, а с другой стороны – он индивидуален. Поэтому семью можно рассматривать как базовую структуру микробиома [6]. Структура и функция микробиоты человека оказывают существенное влияние на поддержание здоровья, однако факторы, обуславливающие формирование микробиоты, ещё недостаточно изучены. Сочетание генетики, диеты, окружающей среды и истории жизни влияет на развитие микробиоты человека [7].

Члены семьи, включая домашних животных, являются потенциальными резервуарами микроорганизмов, устойчивых к противомикробным препаратам. Это связано с распространенным использованием противомикробных препаратов членами семей, а также тесным контактом между ними. Бактерии выработали древние механизмы, позволяющие противостоять воздействию молекулы антибиотика. Устойчивость к антибиотикам кодируется несколькими генами, многие из которых могут передаваться между бактериями [7, 8].

Появление бактерий с множественной лекарственной устойчивостью, представляет собой

глобальную проблему, поскольку увеличивает инфекционную заболеваемость и смертность, снижает эффективность лечения инфекционных заболеваний. Тесный контакт между членами семьи создает благоприятные условия для обмена микроорганизмами и формирования домашней микробиоты [9].

Обмен резистентными бактериями внутри семьи может происходить через пищевую цепь, окружающую среду или в результате непосредственного взаимодействия [10]. По некоторым данным устойчивость бактерий к противомикробным препаратам вызывает около 700000 смертей ежегодно и представляет собой серьезную проблему для общественного здравоохранения во всём мире [11]. Ненадлежащее использование антибиотиков у людей и животных считается ключевым фактором возникновения инфекций, устойчивых к антибиотикам.

Возрастающая мобильность людей, разнообразие продуктов питания, отсутствие экологических барьеров между различными сообществами населения повысили риск распространения устойчивости к противомикробным препаратам во всём мире [12, 13]. Всякий раз, когда используются противомикробные препараты, бактерии неизбежно вырабатывают механизмы устойчивости либо в результате спонтанных мутаций, либо путём приобретения генов от других бактерий. Приобретение генов от других бактерий может происходить путём трансдукции (опосредованной бактериофагами), конъюгации (которая включает прямой межклеточный контакт и перенос плазмид или транспозонов) или трансформации, включающей поглощение свободной ДНК в результате бактериального лизиса. Горизонтальный перенос генетических элементов между бактериями имеет решающее значение для распространения резистентности к антибиотикам [14, 15, 16].

**Материалы и методы.** Объектами исследования были семьи ( $n = 27$ ), включающие родителей, бабушек, дедушек, детей и внуков. Основаниями для выбора семей были добровольное согласие на участие в эксперименте и совместное проживание. Средний возраст родителей составил 40–45 лет, а детей – 12–14 лет. Средний возраст бабушек и дедушек колебался от 60 лет до 65 лет. В семьях проводилось анкетирование на предмет использования антибиотиков. Для изучения микробиома кожи у членов семьи брали смывы с кожи ладонной части предплечья стерильными зондами-тампонами увлажненной стерильной 0,1% пептонной водой. Отбор проб проводили согласно Методическим указаниям

МУ 4.2.2942-11 (Методы контроля. Биологические и Микробиологические факторы. Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях). Пробы засеивали на питательные среды, используемые при проведении традиционных бактериологических исследований. Количественный учёт микроорганизмов (колонии образующие единицы – КОЕ) проводили стандартными микробиологическими методами. Идентификацию бактерий выполняли в следующей последовательности: описание культуральных признаков

выделенного микроорганизма; получение чистой суточной культуры путём посева на питательные среды; окраска по Граму и микроскопирование препарата. Видовой состав выделенных микроорганизмов изучали методом масс-спектрометрии на анализаторе MALDI-TOF MS autoflex speed (фирма Bruker) в Институте физиологии и биохимии микроорганизмов РАН (г. Пущино).

Определение чувствительности бактерий к антибиотикам осуществляли диффузионным методом с использованием дисков, пропитанных антибиотиками (табл. 1).

Таблица 1 – Перечень использованных антибиотиков

| № п/п | Наименование антибиотика | Краткое обозначение | Концентрация антибиотика |
|-------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| 1     | Тобрамицин               | ТОБ                 | 10 мкг                   |
| 2     | Оксациллин               | ОКС                 | 1 мкг                    |
| 3     | Ломефлоксацин            | ЛОМ                 | 10 мкг                   |
| 4     | Фурадонин                | ФД                  | 300 мкг                  |
| 5     | Кларитромицин            | КТМ                 | 15 мкг                   |
| 6     | Тетрациклин              | ТЕТ                 | 30 мкг                   |
| 7     | Ампициллин               | АМП                 | 10 мкг                   |
| 8     | Олеандомицин             | ОЛЕ                 | 15 мкг                   |
| 9     | Линкомицин               | ЛИН                 | 15 мкг                   |
| 10    | Доксициклин              | ДОК                 | 30 мкг                   |
| 11    | Бензилпенициллин         | ПЕН                 | 10 ЕД                    |
| 12    | Неомицин                 | НЕО                 | 30 мкг                   |
| 13    | Фосфомицин               | ФОС                 | 200 мкг                  |
| 14    | Левомецетин              | ЛЕВ                 | 30 мкг                   |

Принцип диско-диффузионного метода основан на феномене угнетения антибиотиком поверхностного, видимого роста микроорганизмов на агаровой питательной среде. Градиент концентрации антибиотика в питательной среде создается в результате его диффузии из картонного диска. Диск с антибиотиком помещается на поверхность питательной среды сразу после посева (инокуляции) культуры исследуемого микроорганизма. При этом практически одновременно начинаются два процесса: диффузия антибиотика из диска и рост микроорганизмов на поверхности среды.

После инкубации посевов с дисками были измерены зоны ингибирования роста микроорганизмов. При наличии чувствительной к антибиотикам флоры вокруг соответствующих дисков отмечается зона угнетения роста микроорганизмов. Диаметр зон задержки роста измеряли с точностью до 1 мм.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием классических методов математической статистики и табличного процессора Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Общее количество микроорганизмов на ладонях и ладонной

части предплечья у мальчиков, пап, дедушек и внуков составило соответственно  $317 \pm 25$  КОЕ/см<sup>2</sup>,  $300 \pm 27$  КОЕ/см<sup>2</sup>,  $280 \pm 19$  КОЕ/см<sup>2</sup> и  $285 \pm 20$  КОЕ/см<sup>2</sup>. У представителей женского пола количество микроорганизмов на коже было выше: у мам –  $340 \pm 31$  КОЕ/см<sup>2</sup>, у бабушек –  $400 \pm 35$  КОЕ/см<sup>2</sup>, у девочек и внуков –  $402 \pm 47$  КОЕ/см<sup>2</sup>. Чаще всего присутствовали актинобактерии, стафилококки, стрептококки и коринебактерии. Количество коринебактерий на коже юношей было в 1,5 раза больше, чем у девушек.

Чаще всего на поверхности кожи обнаруживали *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium* spp. и *Streptococcus* spp. Причём частота их встречаемости у представителей женского пола несколько выше, чем у мужского. У бабушек количество *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* и *Corynebacterium* spp. было наибольшим. Это может свидетельствовать о возрастных изменениях микробиома кожи.

Таким образом, семьи предоставляют уникальную платформу для тестирования факторов,

влияющих на численность и структуру микробиоты. Кроме того, семьи могут представлять собой срез микробиоты и могут быть полезны в качестве инструмента для определения того, как микробиота отличается среди членов семьи разного возраста и пола.

Опрос, проведённый в семьях в конце 2022 года, показал, что чаще всего течение года принимали антибиотики представители мужского пола. Дважды в год принимали антибиотики представители мужского пола (от 21% до 5,2%). Реже антибиотики принимали бабушки и внуки (от 6,8% до 2,2%). Причём папы

часто дважды принимали антибиотики (21%). Реже антибиотики принимали бабушки и внуки (рисунок 1).

Строго по указаниям врача принимали антибиотики 25% респондентов, а 36,1% респондентов прекращали принимать антибиотики сразу после улучшения состояния здоровья и в нарушении инструкции к данному препарату. Многие респонденты (36,5%) принимали антибиотики без рекомендаций и назначения врача. Наиболее часто респонденты использовали тетрациклин (30,6%), ампициллин (19,4%), бензилпенициллин (19,2%) и кларитромицин (8,22%).

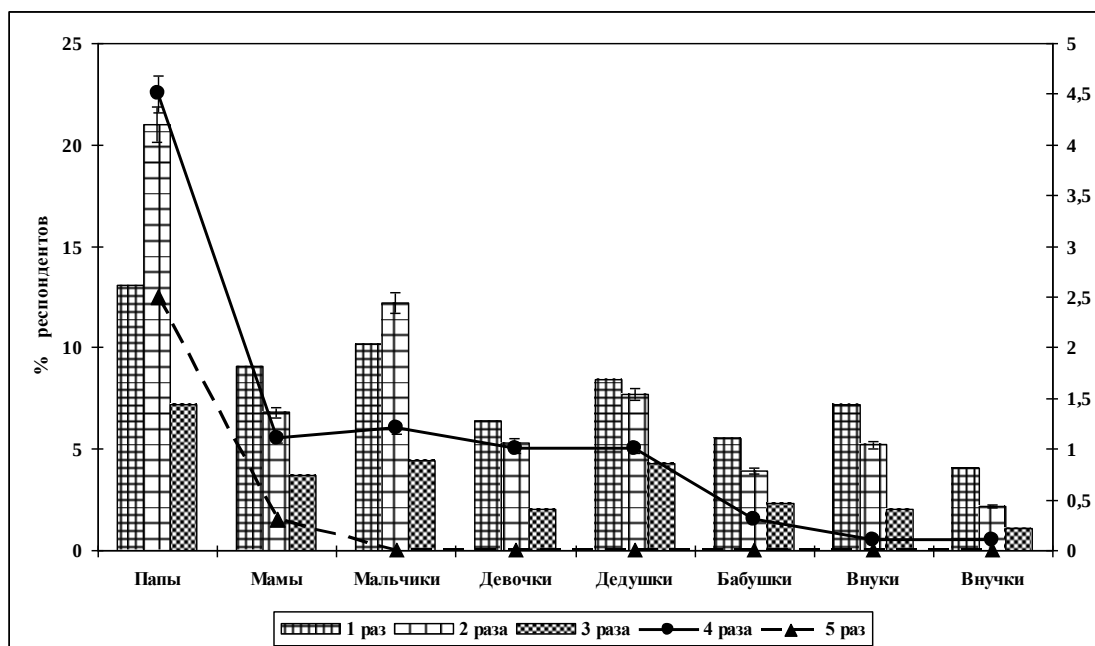


Рисунок 1 – Частота употребления антибиотиков в семьях

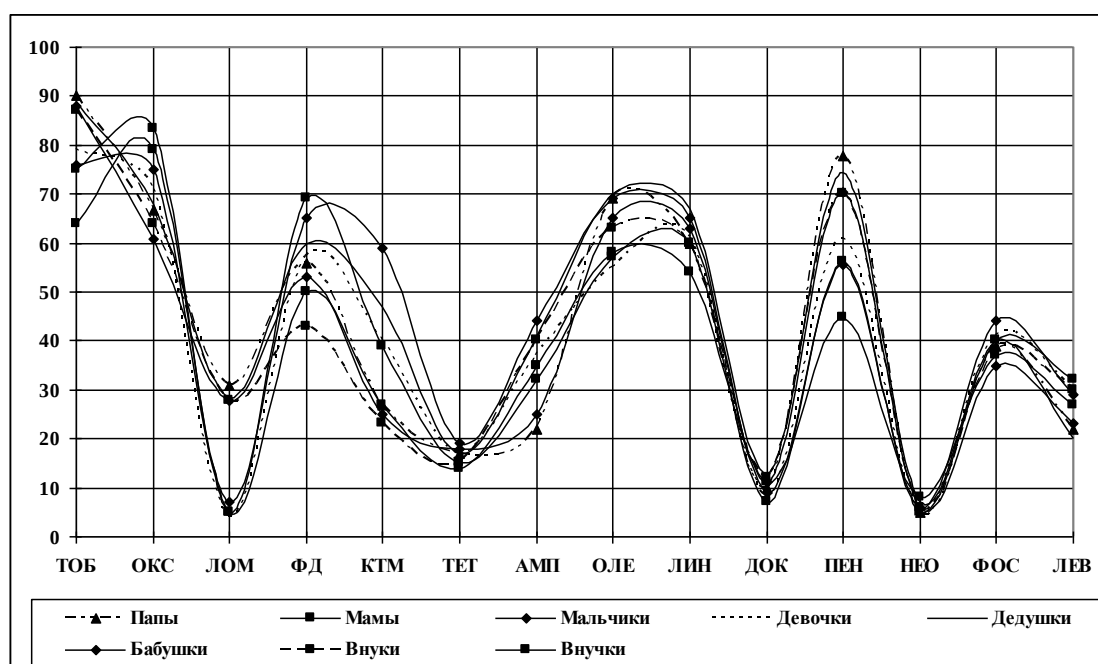


Рисунок 2 – Антибиотикорезистентность микробиома кожи у членов семей



У всех членов семей, участвовавших в эксперименте, выявлена множественная лекарственная устойчивость микроорганизмов кожи. У мужчин мультирезистентность колебалась от 5,56% до 77,78%, у женщин – от 5,56% до 83,3% (рисунок 2). Микрофлора всех членов семьи наиболее часто была устойчива в отношении тобрамицина (64-90% микрофлоры), оксациллина (83,3-60,7% микрофлоры), бензилпенициллина (77,7-44,9% микрофлоры), олеандомицина (70,0-55,0% микрофлоры).

Люди, проживающие в узком кругу, постоянно обмениваются между собой микроорганизмами, даже при соблюдении правил личной гигиены, так как имеются общие бытовые предметы, которые далеко не стерильны. Таким образом, каждый член семьи пополняет свой микробиом не только новыми представителями, но и новыми генами, в том числе и генами устойчивости к антибиотикам. Для подтверждения или опровержения данной гипотезы, были исследованы разные семьи, включающие представителей нескольких поколений (бабушки, дедушки). Важным условием для правильной и непредвзятой оценки устойчивости микробиома к антибиотикам было проживание членов семьи долгое время вместе. Установлено, что у членов всех пяти семей, была полная или умеренная резистентность к антибиотикам оксациллин. У членов трех семей отмечена полная или умеренная резистентность к бензилпенициллину, олеандомицину и фурадонину.

Таким образом, резистентность микроорганизмов кожи к антибиотикам внутри семьи отличалась незначительно (табл. 2). Это свидетельствует о том, что микроорганизмы, устойчивые к антибиотикам, могут распространяться между членами семьи. Поэтому не корректное использование антибиотиков одним человеком увеличивает риск возникновения устойчивых микроорганизмов среди членов его семьи. Понимание количественной связи между использова-

нием антибиотиков и возникающей резистентностью важно для прогнозирования будущих уровней устойчивости к антибиотикам и для разработки политики рационального использования антибиотиков.

### Выводы

1. Количество микроорганизмов на коже представителей женского пола было в 1,2-1,38 раза выше, чем у представителей мужского пола.

2. Чаще всего на поверхности кожи у всех членов семьи обнаруживались *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium* spp. и *Streptococcus* spp.

3. У бабушек количество *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* и *Corynebacterium* spp. было наибольшим, что может свидетельствовать о возрастных изменениях микробиома кожи.

4. Дважды в год принимали антибиотики представители мужского пола (от 21% до 5,2%). Реже антибиотики принимали бабушки и внуки (от 6,8% до 2,2%).

5. Многие респонденты (36,5%) принимали антибиотики без рекомендаций и назначения врача. Наиболее часто в семьях использовали тетрациклин (30,6%), ампициллин (19,4%), бензилпенициллин (19,2%) и кларитромицин (8,22%).

6. У всех членов семей, участвовавших в эксперименте, выявлена множественная лекарственная устойчивость микроорганизмов кожи. Микрофлора всех членов семьи наиболее часто была устойчива в отношении тобрамицина (64-90% микрофлоры), оксациллина (83,3-60,7% микрофлоры), бензилпенициллина (77,7-44,9% микрофлоры), олеандомицина (70,0-55,0% микрофлоры), кларитромицина (59,0-23,0% микрофлоры).

7. Внутри семьи формируются микробные трансмиссивные сообщества, определяющие идентичную устойчивость к антибиотикам у различных членов семьи.

Таблица 2 – Устойчивость к антибиотикам у различных членов семьи

| Семья 1 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | Амп | Пен | ДОК | КТМ | ЛЕВ | ЛИН | ЛОМ | НЕО | ОКС | ОЛЕ | ТЕТ | ТОБ | ФОС |
| Папа    | R   | R   | S   | I   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | R   | I   |
| Мама    | R   | I   | S   | S   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | I   | R   | I   |
| Сын     | R   | R   | S   | S   | I   | I   | R   | S   | R   | R   | S   | I   | R   |
| Дочь    | R   | I   | S   | S   | I   | R   | S   | S   | R   | I   | I   | I   | R   |
| Бабушка | I   | S   | S   | S   | R   | R   | S   | S   | S   | I   | I   | R   | I   |
| Дедушка | R   | S   | S   | S   | R   | R   | S   | S   | S   | R   | I   | R   | I   |
| Внучка  | R   | R   | S   | S   | R   | I   | S   | S   | R   | I   | I   | R   | I   |
| Внук    | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | S   | R   | I   | I   | R   | I   |
| Семья 2 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|         | Амп | Пен | ДОК | КТМ | ЛЕВ | ЛИН | ЛОМ | НЕО | ОКС | ОЛЕ | ТЕТ | ТОБ | ФОС |
| Папа    | S   | R   | S   | S   | R   | R   | R   | S   | I   | R   | S   | R   | S   |
| Мама    | S   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | R   | S   |
| Сын     | S   | R   | I   | R   | I   | R   | R   | S   | I   | I   | R   | R   | S   |
| Дочь    | S   | R   | S   | R   | S   | R   | S   | S   | I   | R   | S   | R   | S   |
| Бабушка | R   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | S   | R   |
| Дедушка | R   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | I   | R   |
| Внучка  | S   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | R   | S   |
| Внук    | S   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | I   | R   | S   | R   | R   |
| Семья 3 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|         | Амп | Пен | ДОК | КТМ | ЛЕВ | ЛИН | ЛОМ | НЕО | ОКС | ОЛЕ | ТЕТ | ТОБ | ФОС |
| Папа    | S   | I   | I   | S   | I   | R   | S   | S   | R   | I   | I   | I   | S   |
| Мама    | R   | I   | I   | S   | I   | R   | I   | R   | R   | R   | I   | I   | S   |
| Сын     | R   | I   | I   | S   | I   | R   | S   | S   | I   | I   | I   | I   | S   |
| Дочь    | R   | R   | I   | R   | S   | R   | S   | S   | R   | R   | I   | S   | R   |
| Бабушка | S   | I   | I   | S   | I   | R   | I   | S   | I   | I   | I   | I   | S   |
| Дедушка | R   | I   | I   | S   | I   | R   | I   | R   | I   | R   | S   | I   | S   |
| Внучка  | R   | R   | S   | I   | R   | R   | S   | S   | I   | R   | I   | I   | S   |
| Внук    | R   | R   | I   | S   | R   | R   | I   | S   | I   | I   | I   | R   | I   |
| Семья 4 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|         | Амп | Пен | ДОК | КТМ | ЛЕВ | ЛИН | ЛОМ | НЕО | ОКС | ОЛЕ | ТЕТ | ТОБ | ФОС |
| Папа    | S   | R   | S   | R   | I   | R   | S   | S   | I   | R   | S   | R   | R   |
| Мама    | R   | R   | I   | R   | R   | R   | S   | S   | I   | I   | I   | I   | R   |
| Сын     | I   | R   | S   | R   | R   | R   | R   | R   | I   | R   | S   | I   | R   |
| Дочь    | S   | R   | S   | R   | S   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | I   | S   |
| Бабушка | R   | R   | I   | S   | R   | R   | I   | S   | R   | R   | I   | I   | R   |
| Дедушка | R   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | S   | R   |
| Внучка  | S   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | S   | S   |
| Внук    | R   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | R   | R   | S   | I   | R   |
| Семья 5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|         | Амп | Пен | ДОК | КТМ | ЛЕВ | ЛИН | ЛОМ | НЕО | ОКС | ОЛЕ | ТЕТ | ТОБ | ФОС |
| Папа    | R   | R   | S   | I   | R   | R   | S   | S   | I   | R   | S   | R   | I   |
| Мама    | S   | I   | S   | I   | R   | R   | S   | S   | R   | I   | I   | S   | I   |
| Сын     | S   | R   | S   | I   | I   | I   | R   | S   | R   | R   | S   | S   | R   |
| Дочь    | R   | I   | S   | S   | I   | I   | I   | S   | R   | R   | I   | S   | R   |
| Бабушка | R   | R   | S   | R   | R   | R   | I   | S   | R   | R   | S   | S   | R   |
| Дедушка | R   | R   | S   | R   | R   | R   | I   | S   | I   | R   | S   | S   | R   |
| Внучка  | S   | R   | S   | R   | R   | I   | S   | S   | I   | R   | S   | S   | S   |
| Внук    | R   | R   | S   | R   | R   | R   | S   | S   | I   | R   | S   | I   | R   |

Примечание: R – резистентность; I – умеренная резистентность; S – чувствительность

#### Список литературы:

1. Lykov, I.N. Gender Features of Skin Microbiome and Antibiotic Resistance / I.N. Lykov, A.I. Zyuzina, C.C. Jean // Teikyo Medical Journal. – 2022. – Vol. 45. – Issue 02. – P. 5553-5562. – TMJ-23-03-2022-11212.
2. Лыков, И.Н. Микроорганизмы: Биология и экология / И.Н. Лыков, Г.А. Шестакова. – Калуга: Изд-во «СерНа», 2014. – 451 с.

3. Gallo, R.L. Human Skin Is the Largest Epithelial Surface for Interaction with Microbes / R.L. Gallo // *J. Investig. Dermatol.* – 2017. – Vol. 137. – P. 1213-1214. – DOI: 10.1016/j.jid.2016.11.045.
4. Smythe, P. The Skin Microbiome: Current Landscape and Future Opportunities / P. Smythe, H.N. Wilkinson // *International Journal of Molecular Sciences.* – 2023. – Vol. 24(4). – P. 39-50. – <https://doi.org/10.3390/ijms24043950>.
5. Лыков, И.Н. Медико-экологические аспекты лекарственной устойчивости бактерий, выделенных от домашних животных и их владельцев / И.Н. Лыков, И.Е. Галемина, Н.С. Зайцева, Я.А. Капинус // *Проблемы региональной экологии.* – 2021. – № 5. Стр. 37-41. – [doi.org/10.24412/1728-323X-2021-5-37-41](https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-5-37-41).
6. Song, S.J. Cohabiting family members share microbiota with one another and with their dogs / S.J. Song, C. Lauber, E.K. Costello, C.A. Lozupone, G. Humphrey, D. Berg-Lyons, J.G. Caporaso, D. Knights, J.C. Clemente, S. Nakielnny, J.I. Gordon, N. Fierer, R. Knight // *Elife.* – 2013. – Vol. 2: e00458. – doi: 10.7554/eLife.00458.
7. Swaney, M.H. Living in Your Skin: Microbes, Molecules, and Mechanisms / M.H. Swaney, L.R. Kalan // *Infect. Immun.* – 2021. – Vol. 89(4): e00695-20. – doi: 10.1128/IAI.00695-20.
8. Blair, J.M. Molecular mechanisms of antibiotic resistance / J.M. Blair, M.A. Webber, A.J. Baylay, D.O. Ogbolu, L.J. Piddock // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2015. – Vol. 13. – P. 42-51. – doi: 10.1038/nrmi-cro3380.
9. Reygaert, W.C. An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria / W.C. Reygaert // *AIMS Microbiol.* – 2018. – Vol. 4(3). – P. 482-501. – doi:10.3934/microbiol.2018.3.482.
11. Aging-Associated Changes in the Adult Human Skin Microbiome and the Host Factors that Affect Skin Microbiome Composition / B. Howard, C.C. Bascom, P. Hu, R.L. Binder, G. Fadayel, T.G. Huggins, B.B. Jarrold, R. Osborne, H.L. Rocchetta, D. Swift, J.P. Tiesman, Y. Song, Y. Wang, K. Wehmeyer, A.B. Kimball, R.J. Isfort // *J. Invest. Dermatol.* – 2022. – Vol. 42(7). – P. 1934-1946.e21. – doi: 10.1016/j.jid.2021.11.029.
12. O'Neill, J. Antimicrobial Resistance: Tackling a Crisis for the Health and Wealth of Nations [Electronic resource] / J. O'Neill // *The Review on Antimicrobial Resistance.* – 2014. – Vol. 20. – P. 1-16. – <https://www.who.int/news/item/29-04-2019-new-report-calls-for-urgent-action-to-avert-antimicrobial-resistance-crisis>.
13. Smillie, C.S. Ecology drives a global network of gene exchange connecting the human microbiome / C.S. Smillie, M.B. Smith, J. Friedman, O.X. Cordero, L.A. David, E.J. Alm // *Nature.* – 2011. – Vol. 480(7376). – P. 241-244. – doi: 10.1038/nature10571.
14. da Costa, P.M. Transfer of multidrug-resistant bacteria between intermingled ecological niches: the interface between humans, animals and the environment / P.M. da Costa, L. Loureiro, A.J. Matos // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2013. – Vol. 10(1). – P. 278-294. – doi: 10.3390/ijerph10010278.
15. Wright, G.D. Molecular mechanisms of antibiotic resistance / G.D. Wright // *Chem. Commun. (Camb).* – 2011. – Vol. 47(14). – P. 4055-4061. – doi: 10.1039/c0cc05111j.
16. Poole, K. Mechanisms of bacterial biocide and antibiotic resistance / K. Poole // *J. Appl. Microbiol.* – 2002. – Vol. 92. – P. 55-64.
17. Michaelis, C. Horizontal Gene Transfer of Antibiotic Resistance Genes in Biofilms / C. Michaelis, E. Grohmann // *Antibiotics (Basel).* – 2023. – Vol. 12(2). – P. 328. – doi: 10.3390/antibiotics12020328.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 579.61; 579.62

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_61

*И.С. Абдина, А.В. Рахманова, М.Н. Шурыгина, И.Н. Лыков*  
**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ СТАФИЛОКОККА,  
ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД**

Настоящее исследование определило профиль чувствительности к антибиотикам *Staphylococcus aureus*, выделенного из родниковой воды, песка детских песочниц, воздуха и пищевых продуктов. Для выделения *Staphylococcus aureus* из объектов окружающей среды использованы стандартные микробиологические методы. Тестирование *S. aureus* на чувствительность к 14 антибиотикам осуществляли диффузионным методом. Все изоляты *S. aureus* показали множественную устойчивость к антибиотикам. Резистентность *S. aureus* к антибиотикам значительно варьировала, при этом самая высокая резистентность зарегистрирована к ампициллину (до 57%) бензилпенициллину (до 45%), доксициклину (до 38%), оксациллину (до 48%), стрептомицину (до 55%) и тетрациклину (до 45%). Наибольшей устойчивостью к перечисленным антибиотикам отличались штаммы *S. aureus* выделенные с кожи бройлеров. Результаты этого исследования показывают, что различные объекты окружающей среды могут быть потенциальными резервуарами устойчивого к антибиотикам *S. aureus*, который может передаваться контактировавшим с ним людям и животным.

*Ключевые слова:* объекты окружающей среды; *Staphylococcus aureus*; антибиотикорезистентность.

*I.S. Abdina, A.V. Rakhmanova, M.N. Shurygina, I.N. Lykov*  
**SENSITIVITY TO STAPHYLOCOCCUS ANTIBIOTICS,  
ISOLATED FROM VARIOUS ENVIRONMENTS**

The present study determined the antibiotic sensitivity profile of *Staphylococcus aureus* isolated from spring water, children's sand, air, and food products. Standard microbiological methods were used to isolate *Staphylococcus aureus* from environmental objects. Sensitivity testing of *S. aureus* to 14 antibiotics was performed by the diffusion method. All *S. aureus* isolates showed multiple resistance to antibiotics. The resistance of *S. aureus* to antibiotics varied considerably, with the highest resistance recorded to ampicillin (up to 57%) benzylpenicillin (up to 45%), doxycycline (up to 38%), oxacillin (up to 48%), streptomycin (up to 55%) and tetracycline (up to 45%). The strains of *S. aureus* isolated from the skin of broilers were the most resistant to these antibiotics. The results of this study show that various environmental objects can be potential reservoirs of antibiotic-resistant *S. aureus*, which can be transmitted to humans and animals in contact with it.

*Key words:* environmental objects; *Staphylococcus aureus*; antibiotic resistance.

**Введение**

Стафилококки представляют собой грамположительные шаровидные клетки, расположенные гроздьями, похожими на грозди винограда [1]. Стафилококки характеризуются высокой выживаемостью в сухой среде и в неблагоприятных условиях в течение длительного периода времени, даже нескольких месяцев. При этом болезнетворные кокки сохраняют свою заразность для человека. Из-за этой особенности осевшая пыль может быть источником стафилококков, а повторное поступление этой пыли в атмосферу вызывает повышенный риск вдыхания бактерий. Это является основной причиной их широкого распространения и сохранения в окружающей среде [2].

Род *Staphylococcus* состоит не менее чем из 50 видов и 24 подвидов. Многие виды стафилококков являются частью нормального, транзиторного или постоянного состава бактериального

сообщества человека. Наиболее распространенным видом является золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*). Он является как частью нормальной микрофлоры человека, так и патогеном, который может вызывать инфекции мягких тканей, кожи и ран, а также инфекции крови, остеомиелит, септический артрит, эндокардит, пневмонию, сепсис и пищевые отравления [1, 3]. Кроме того, различные виды стафилококков известны тем, что легко приобретают гены устойчивости к антибиотикам [4, 5].

Устойчивость к противомикробным препаратам в экологическом измерении является одной из самых серьезных проблем и возникающих угроз. Присутствие резистентных бактерий и генов резистентности в окружающей среде вызывает растущую озабоченность [6, 7, 8]. Быстрое распространение устойчивых к противомикробным препаратам бактерий вместе с низкой до-

ступностью новых антибиотиков делает устойчивость к антибиотикам одной из самых серьезных угроз для общественного здравоохранения во всём мире. Гены устойчивости к антибиотикам переносятся на плазидах и транспозонах и могут передаваться от одного вида стафилококка к другому и среди других грамположительных бактерий [1, 9].

Цель настоящей исследовательской работы состояла в том, чтобы выделить и описать различные типы стафилококков, а также определить их устойчивость к антибиотикам.

#### Материалы и методы

Пробы воды из колодцев и пробы песка из детских песочниц отбирали в стерильные ёмкости. Пробы воздуха отбирали рядом с детскими песочницами методом В.Л. Омелянского

на чашки Петри со стафилококковым агаром №110. Смывы с кожи спины бройлерных кур осуществляли стерильным зонд-тампоном, смоченным физиологическим раствором. Образцы песка энергично встряхивали вручную в физиологическом растворе в соотношении 1 г песка в 10 мл. Образцы песка, воды и смывов засеивали методом заливки расплавленным стафилококковым агаром №110 и инкубировали при 37°C в течение 24 часов.

Определение чувствительности выделенных бактерий к антибиотикам осуществляли диффузионным методом с использованием дисков, пропитанных антибиотиками (табл. 1).

После инкубации были измерены зоны ингибирования роста микроорганизмов (табл. 2).

Таблица 1 – Перечень использованных антибиотиков

| № п/п | Наименование     | Концентрация | Обозначение |
|-------|------------------|--------------|-------------|
| 1     | Ампициллин       | 10 мкг       | АМР         |
| 2     | Бензилпенициллин | 10 ед.       | ПЕН         |
| 3     | Доксициклин      | 30 мкг       | ДОК         |
| 4     | Кларитромицин    | 15 мкг       | КТМ         |
| 5     | Левомецетин      | 30 мкг       | ЛЕВ         |
| 6     | Линкомицин       | 15 мкг       | ЛИН         |
| 7     | Оксациллин       | 10 мкг       | ОКС         |
| 8     | Офлоксацин       | 5 мкг        | ОФ          |
| 9     | Стрептомицин     |              | СТР         |
| 10    | Тетрациклин      | 30 мкг       | ТЕТ         |
| 11    | Тилозин          |              | ТЛЗ         |
| 12    | Тобрамицин       | 30 мкг       | ТОВ         |
| 13    | Фосфомицин       | 200 мкг      | ФОС         |
| 14    | Ципрофлоксацин   |              | ЦИП         |

Таблица 2 – Оценка чувствительности микроорганизмов к антибиотикам по зоне задержки роста

| Уровни устойчивости к антибиотику | Диаметр зон ингибирования роста, мм |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Высокий                           | > 25 мм                             |
| Средний                           | от 16 до 25 мм                      |
| Низкий                            | <15                                 |

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием классических методов математической статистики и табличного процессора Microsoft Excel.

#### Результаты исследования

Количество микроорганизмов в пробах воздуха в различных районах города Калуги составило  $7904 \pm 800$  КОЕ/м<sup>3</sup>. Преобладающими бактериями были стафилококки. Среди них количество *Staphylococcus aureus* составило  $67,9 \pm 17,7\%$  всей выделенной микрофлоры (рис. 1). Концентрация *S. aureus* варьировала в пределах от  $3566 \pm 744$  до  $4824 \pm 818$  КОЕ/м<sup>3</sup> в зависимости от места отбора в городской черте.

Общее микробное число песка детских песочниц находилось в интервале от 1,5 до 2,0 млн.

КОЕ в 1 г. Причём песок, собранный из открытых песочниц, содержал большее количество микроорганизмов, по сравнению с песком из закрытых песочниц (рис. 2).

В песке во всех обследованных детских песочницах доминировали *Clostridium* и *Enterococcus*. Представители родов *Enterobacteriaceae* и *Micrococcus* присутствовали в 25% песочниц, а *Escherichia coli* – в 7% песочниц (коли-индекс от 2 до 5). Патогенные бактерии рода *Salmonella* присутствовали в песке 3 детских песочниц (рис. 3). Из всех образцов песка песочниц обнаружена только одна проба, содержащая бактерии *S. aureus*.

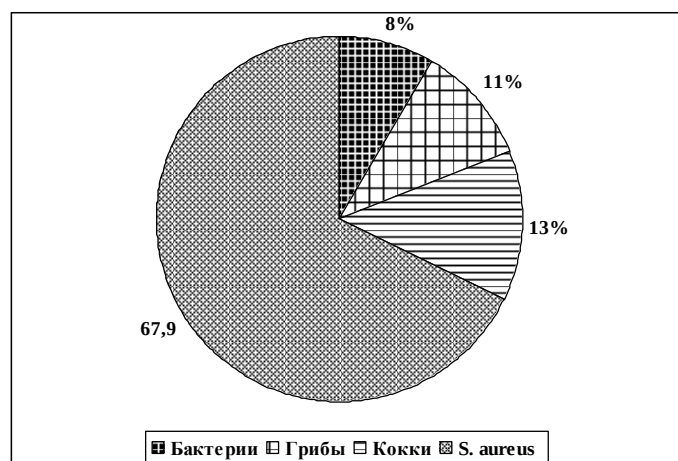


Рисунок 1 – Состав микрофлоры воздуха

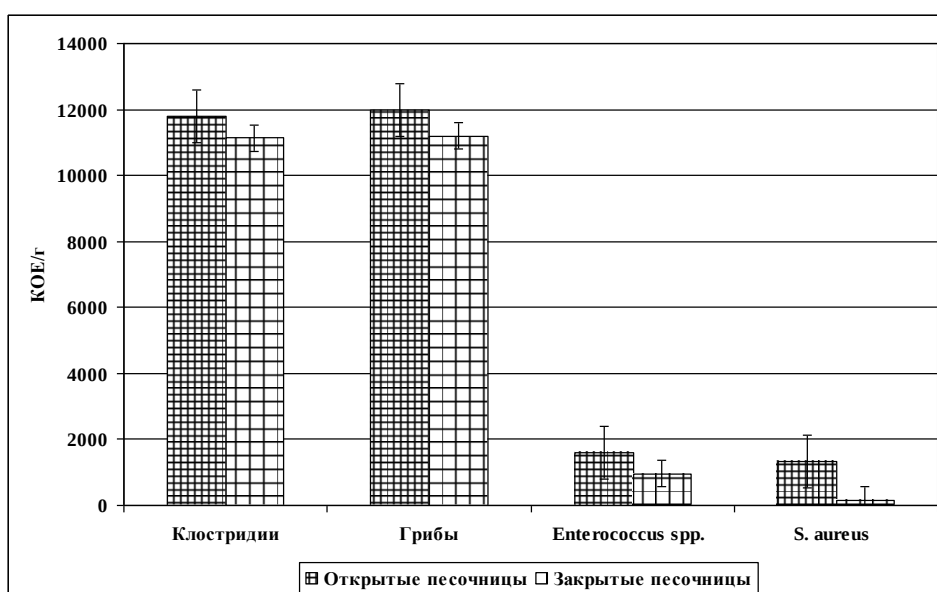


Рисунок 2 – Состав микрофлоры песка из детских песочниц

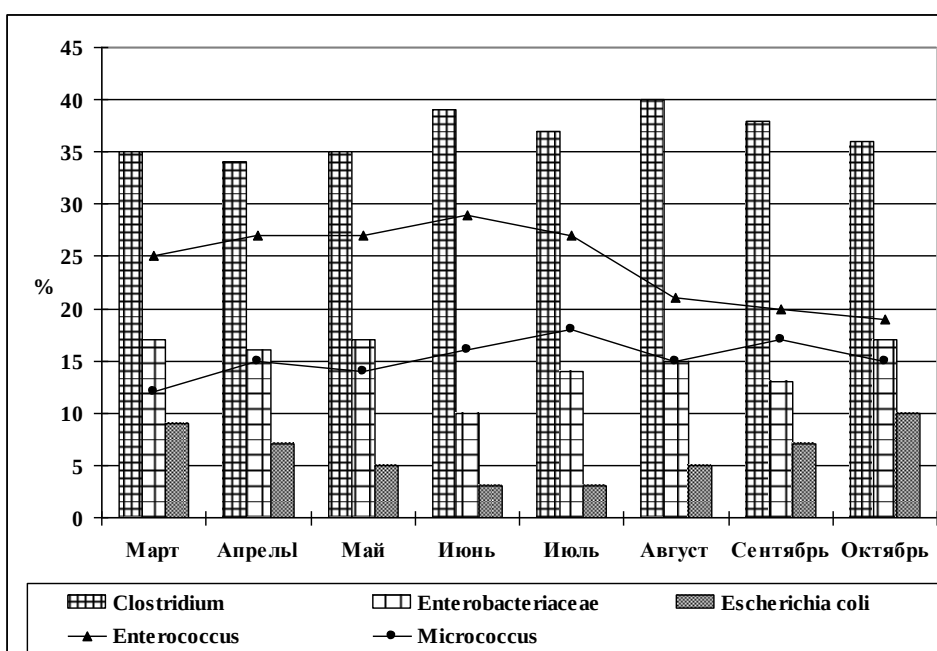


Рисунок 3 – Бактериальная загрязненность детских песочниц

Из общего количества *Clostridium* в 62% песочниц идентифицировали *Clostridium perfringens*, а в 38% – *Clostridium perfringens* и *Clostridium difficile*. Эти микроорганизмы часто обнаруживаются в экскрементах животных, особенно в летнее время. Поэтому их обнаружение в детских песочницах представляет большую опасность.

*Staphylococcus aureus* был обнаружен в 4 пробах колодезной воды из 20 исследованных. Общее количество микроорганизмов в колодезной воде колебалось от  $75 \pm 17$  КОЕ/см<sup>3</sup> до  $191 \pm 45$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Общее количество микроорганизмов с кожи спины бройлерных кур составило  $1500 \pm 370$  КОЕ/см<sup>2</sup>. Большинство микроорганизмов принадлежали родам *Bacteroides* ( $11,1 \pm 1,3\%$ ) и *Proteobacteria* ( $87,7 \pm 13,6\%$ ).

Во всех смывах были обнаружены стафилококки в количестве от 70 до 120 КОЕ/см<sup>2</sup>. Из них 73,1% были представлены *S. aureus*.

Изоляты *S. aureus* обладали множественной лекарственной устойчивостью к протестированным антибиотикам. При этом они были наименее устойчивы к кларитромицину и тобрамицину. Повышенную резистентность штаммы *S. aureus* проявляли в отношении ампициллина (до 57%), бензилпенициллина (до 45%), доксициклина (до 38%), оксациллина (до 48%), стрептомицина (до 55%) и тетрациклина (до 45%). Наибольшей устойчивостью к перечисленным антибиотикам отличались штаммы *S. aureus* выделенные с кожи бройлеров (рис. 4). Это свидетельствует о потенциальном распространении полирезистентных штаммов *S. aureus* в исследованных образцах бройлеров.

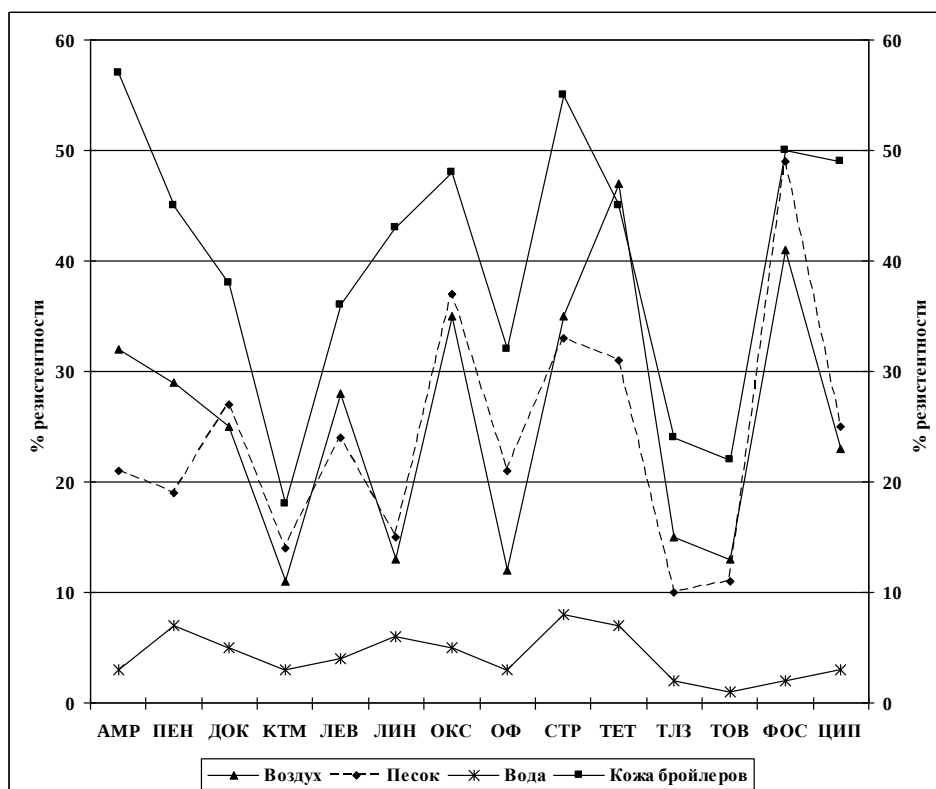


Рисунок 4 – Резистентность к антибиотикам *Staphylococcus aureus*, выделенного из различных объектов окружающей среды

Таким образом, настоящее исследование предполагает высокий уровень присутствия в окружающей среде штаммов с множественной лекарственной устойчивостью представляет серьезный риск для здоровья населения.

#### Выводы

1. Воздушная среда города Калуги содержит значительное количество *Staphylococcus aureus* (до  $4824 \pm 818$  КОЕ/м<sup>3</sup>), что составляет  $67,9 \pm 17,7\%$  от всей выделенной микрофлоры.

Это свидетельствует об интенсивном антропогенном загрязнении городской атмосферы.

2. Интенсивное бактериальное загрязнение песка детских песочниц ( $2,0$  млн. КОЕ в 1 г.) представляет большую опасность для здоровья детей. Дети в меньшей степени соблюдают правила личной гигиены, а в процессе игры могут заглатывать частицы песка (геофагия).

3. В песке обследованных детских песочницах доминировали *Clostridium* и *Enterococcus*.

Представители родов Enterobacteriaceae и Micrococcus присутствовали в 25% песочниц. Лишь в одной пробе песка обнаружены *S. aureus*.

4. В 62% проб песка из детских песочниц обнаружены *Clostridium perfringens*, источником которых могут быть экскременты животных. Поэтому их обнаружение в детских песочницах представляет большую опасность.

5. В четырёх пробах колодезной воды из двадцати исследованных был обнаружен *Staphylococcus aureus*, который имеет тесную связь с человеческим организмом и указывает на антропогенный характер загрязнения воды.

6. Кожа бройлерных кур загрязнена большим количеством микроорганизмов ( $1500 \pm 370$  КОЕ/см<sup>2</sup>), которые контаминируют её на разных стадиях технологического процесса,

логистики и торговли. Хотя большинство микроорганизмов принадлежали родам *Bacteroides* и *Proteobacteria* ( $87,7 \pm 13,6\%$ ), во всех смывах были обнаружены стафилококки, большинство из которых были представлены *S. aureus*.

7. Изоляты *S. aureus* обладали множественной лекарственной устойчивостью к протестированным антибиотикам, таким как, ампициллин, бензилпенициллин, доксициклин, оксациллин, стрептомицин и тетрациклина. Наибольшей устойчивостью к перечисленным антибиотикам отличались штаммы *S. aureus* выделенные с кожи бройлеров.

8. Присутствие и распространение бактерий с множественной резистентностью к антибиотикам имеет серьезные последствия для устойчивости окружающей среды и здоровья человека.

#### Список литературы:

1. Лыков, И.Н. Микроорганизмы: Биология и экология / И.Н. Лыков, Г.А. Шестакова. – Калуга: Изд-во «СерНа», 2014. – 451 с.
2. Hübner, N.O. Survival of bacterial pathogens on paper and bacterial retrieval from paper to hands: preliminary results / N.O. Hübner, C. Hübner, A. Kramer, O. Assadian // *Am. J. Nurs.* – 2011. – Vol. 12. – P. 30-34. – doi: 10.1097/01.NAJ.0000408181.37017.82.
3. Denayer, S. Food-Borne Outbreak Investigation and Molecular Typing: High Diversity of *Staphylococcus aureus* Strains and Importance of Toxin Detection / S. Denayer, L. Delbrassinne, Y. Nia, N. Botteldoorn // *Toxins (Basel)*. – 2017. – Vol. 9(12). – P. 407. – doi: 10.3390/toxins9120407.
4. Fritz, S.A. Contamination of environmental surfaces with *Staphylococcus aureus* in households with children infected with methicillin-resistant *S. aureus* / S.A. Fritz, P.G. Hogan, L.N. Singh, R.M. Thompson, M.A. Wallace, K. Whitney, D. Al-Zubeidi, C.A. Burnham, V.J. Fraser // *JAMA Pediatr.* – 2014. – Vol. 168(11). – P. 1030-1038. – doi: 10.1001/jamapediatrics.2014.1218.
5. Antonanzas, F. Economic Features of Antibiotic Resistance: The Case of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* / F. Antonanzas, C. Lozano, C. Torres // *Pharmaco Economics*. – 2015. – Vol. 33. – P. 285-325. – doi.org/10.1007/s40273-014-0242-y.
6. Лыков, И.Н. Загрязнение различных поверхностей антибиотико-резистентными микроорганизмами / И.Н. Лыков, Т.А. Голик, А.А. Жихор, А.Н. Ушакова // *Молодой учёный*. – 2021. – Том. 33 (375). – С. 77-81.
7. Berendonk, T. Tackling antibiotic resistance: the environmental framework / T. Berendonk, C. Manaia, C. Merlin // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2015. – Vol. 13. – P. 310-317. – doi.org/10.1038/nrmicro3439.
8. LeChevallier, M.W. *Staphylococcus aureus* in rural drinking water / M.W. LeChevallier, R.J. Seidler // *Appl Environ Microbiol.* – 1980. – Apr; 39(4): 739-42. – doi: 10.1128/aem.39.4.739-742.1980.
9. Werckenthin, C. Antimicrobial resistance in staphylococci from animals with particular reference to bovine *Staphylococcus aureus*, porcine *Staphylococcus hyicus*, and canine *Staphylococcus intermedius* / C. Werckenthin, M. Cardoso, J.L. Martel, S. Schwarz // *Vet. Res.* – 2001. – Vol. 32(3-4). – P. 341-362. – doi: 10.1051/vetres:2001129.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ



УДК 314

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_66

Т.А. Голик, А.А. Евсеева

**ПРОБЛЕМЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ**

Актуальность темы заключается в том, что на данном этапе развития общества наблюдается кризис воспроизводства репродуктивного населения нашей страны и результатом этого кризиса является депопуляция, то есть стабильное уменьшение численности населения. Изучение вопроса репродуктивного поведения населения необходимо, в первую очередь, для представления и прогнозирования тенденций показателя рождаемости в Российской Федерации.

*Ключевые слова:* численность населения; рождаемость; смертность; брачность; миграция.

Golik T.A., Evseeva A.A.

**MEDICO-DEMOGRAPHIC PROBLEMS  
OF REPRODUCTIVE BEHAVIOR OF THE POPULATION**

The relevance of the topic lies in the fact that at this stage of the development of society there is a crisis of reproduction of the reproductive population of our country and the result of this crisis is depopulation, that is, a stable decrease in the population. The study of the issue of reproductive behavior of the population is necessary, first of all, to represent and predict trends in the birth rate in the Russian Federation.

*Key words:* population; fertility; mortality; marriage; migration.

Демография – научная дисциплина, занимающаяся изучением самого населения и изучением его количественного состава, то есть рассмотрение закономерностей его развития на основании статистических данных [1]. Рассматривая демографическую ситуацию нашей страны за последние тридцать лет, можно сделать вывод, что народонаселение Российской Федерации варьируется из года в год. В первой половине 90-х годов XX века в новой России резко ухудшилась демографическая ситуация, что связано, в первую очередь, с распадом СССР. Данная тенденция прослеживалась примерно полтора десятилетия, что привело к тому, что с середины

2000-х годов стали активно применяться демографические меры, самая популярная из которых – материнский капитал, вследствие чего в 2007-2008 годах произошёл резкий всплеск рождаемости и стабилизация населения, наблюдавшаяся до 2014 года. В 2014-2015 годах численность населения в Российской Федерации резко выросла почти на 3 миллиона человек и до настоящего времени колеблется в районе 146 171 015 человек по состоянию на 1 января 2021 года [2]. Численность постоянного населения России с 1 января 1991 года по 1 января 2021 года представлена на рисунке 1 [3].

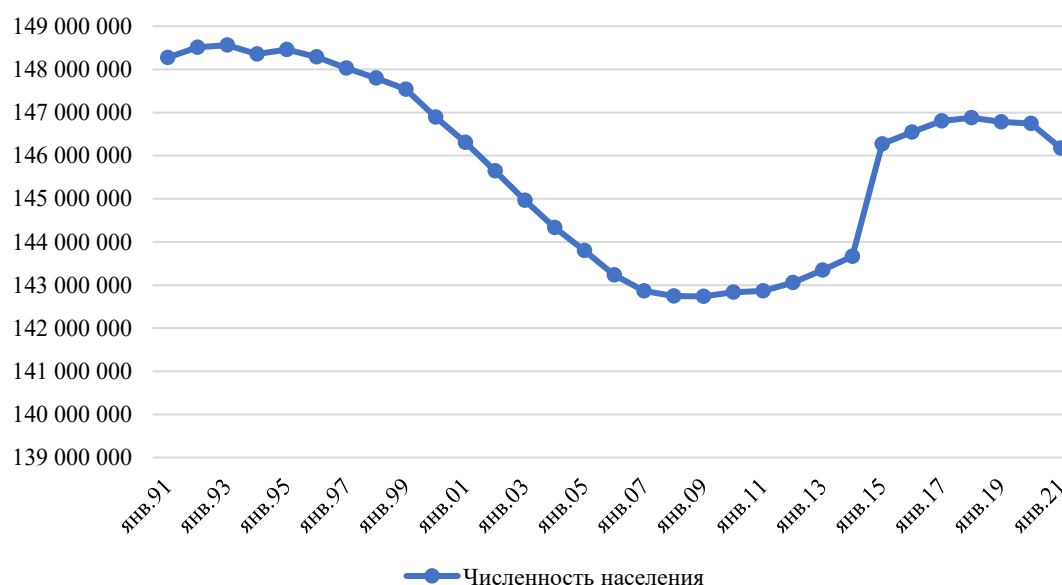


Рисунок 1 – Динамика численности населения России с 1991 по 2021 год

Среди основных демографических показателей можно выделить такие показатели как рождаемость, смертность, брачность, разводимость и миграция.

Рождаемость – вид демографического процесса, охватывающий совокупность единичных случаев рождения детей на определённой территории за определённый календарный период времени. Рождаемость определяется воспроизводством населения в условиях сравнительно низкого и стабильного показателя смертности.

Основной абсолютный показатель рождаемости – это число родившихся детей на определённой территории в определённый годовой цикл. Данный показатель зависит, в большей степени, от количества населения, в среде которого происходит данный демографический процесс – рождение детей. Этот процесс в большинстве своём зависит от состава населения, а конкретно от возрастного состава [4].

Уровень рождаемости с 2000 года носит достаточно скачкообразный характер: с начала нового тысячелетия до середины 00-х уровень рождаемости шел на подъем. Затем на несколько лет произошел спад, который в дальнейшем, до 2013 года, сменился ростом рождаемости. С 2014 года уровень рождаемости нашей страны стал снижаться [5].

Важно отметить роль прироста населения (миграции) в количестве актов рождений. Интенсивная миграция оказывает огромное влияние на демографические процессы, в том числе на рождаемость (рис. 2). Если на какой-либо территории количество притока мигрантов будет превышать естественный рост населения, то это может привести к сокращению численности постоянного населения, что в итоге может привести к сокращению рождаемости [6].

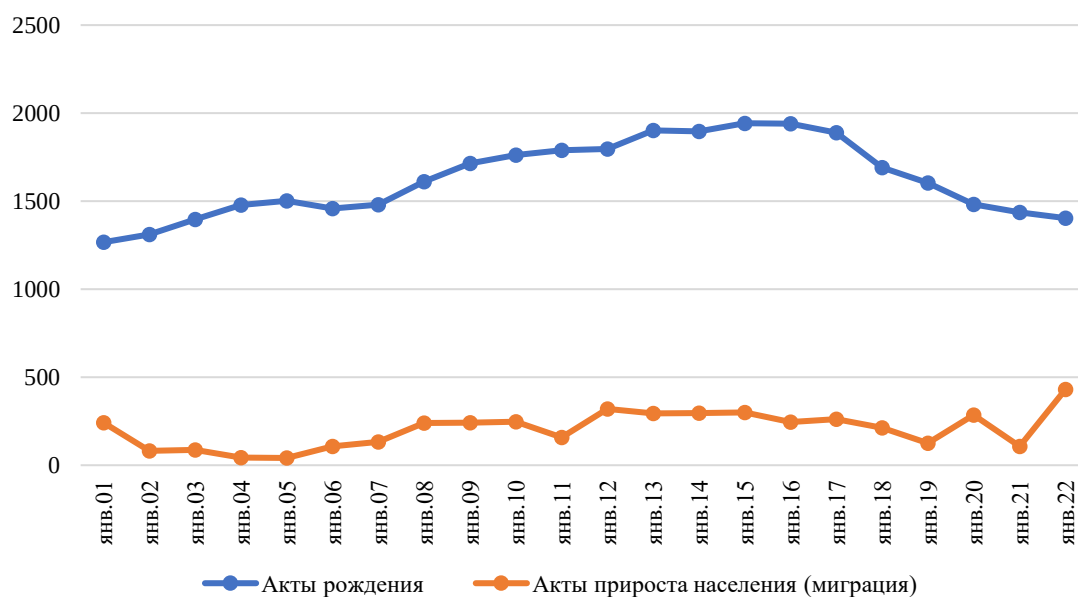


Рисунок 2 – Рождаемость и прирост населения путём миграции в период с 2000 по 2021 год (на 1 тыс. человек)

Воспроизведение потомства возможно лишь в течение репродуктивного периода, основной характеристикой которого выступает плодовитость. Продолжительность репродуктивного периода определяется границами репродуктивного возраста и зависит от физиологических особенностей и общего состояния здоровья супругов. В нашей стране репродуктивный возраст женщины варьируется в диапазоне от 15 до 49 лет.

Среди основных видов плодовитости можно выделить такие как: нормальная, пониженная и стерильная. Если говорить о нормальной пло-

довитости, то здесь цикл репродуктивного поведения идёт последовательно, итогом которого является рождение ребёнка. При пониженной плодовитости наступления беременности затягивается на неопределённый срок, существует высокая вероятность спонтанного аборта, мертворождения, что говорит о неполном репродуктивном цикле. Стерильная плодовитость представляет собой неспособность к зачатию при условиях нормальной половой жизни [7].

Для учёта рождаемости крайне необходимо определить живорожденным ли является ребё-

нок или мёртворожденным. По приказу Минздрава РФ от 04.12.1992 №318 термины «живорождение» и «мертворождение» определяются как:

Живорождение – полное изгнание или извлечение продукта зачатия из организма матери вне зависимости от продолжительности беременности, причём плод после такого отделения дышит или проявляет другие признаки жизни, такие, как сердцебиение, пульсация пуповины или произвольные движения мускулатуры, независимо от того, перерезана пуповина и отделилась ли плацента. Каждый продукт такого рождения рассматривается как живорождённый.

Мертворождением является смерть продукта зачатия до его полного изгнания или извлечения из организма матери вне зависимости от продолжительности беременности. На смерть указывает отсутствие у плода после такого отделения дыхания или любых других признаков жизни, таких, как сердцебиение, пульсация пуповины или произвольные движения мускулатуры [8].

Следующим видом демографического показателя является смертность. Смертность представляет собой процесс депопуляции поколения и населения в целом, а также частота актов смерти в определённой социальной среде, на определённой территории за определённый временной промежуток.

Основной абсолютный показатель смертности – это число умерших людей на какой-то конкретной территории в какой-то определённый период времени. К абсолютным показателям

смертности относятся такие данные о количестве умерших: в целом во всей совокупности населения; в определённой возрастной группе населения; того или иного пола; в определённой половозрастной группе населения; от определённой причины смерти и т.д.

Текущий показатель напрямую зависит от количества населения, в среде которого совершается данный демографический процесс – смертность, но во многом зависит и от состава населения, от возрастного состава в первую очередь. В связи с этим сравнивать процесс смертности на различных территориях, используя абсолютный показатель – число умерших, – конечно нельзя [4].

Во многих странах мира, в частности и в Российской Федерации, основная причина смерти населения – болезни сердечно-сосудистой системы, на которые приходится более 900 тыс. смертей. Далее по списку располагается количество актов смертей от разного рода новообразований, на долю которых приходится почти 300 тыс. смертей. На третьем месте в нашей стране занимают внешние причины смерти.

Если рассматривать причины смерти населения России за 2021 год (рис. 3), то здесь прослеживается следующая тенденция: в первую тройку самых распространенных заболеваний попадают заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС), на долю которых пришлось более 930 тыс. смертей, различные новообразования (283 тыс. смертей) и внешние причины (139 тыс. смертей) [9].

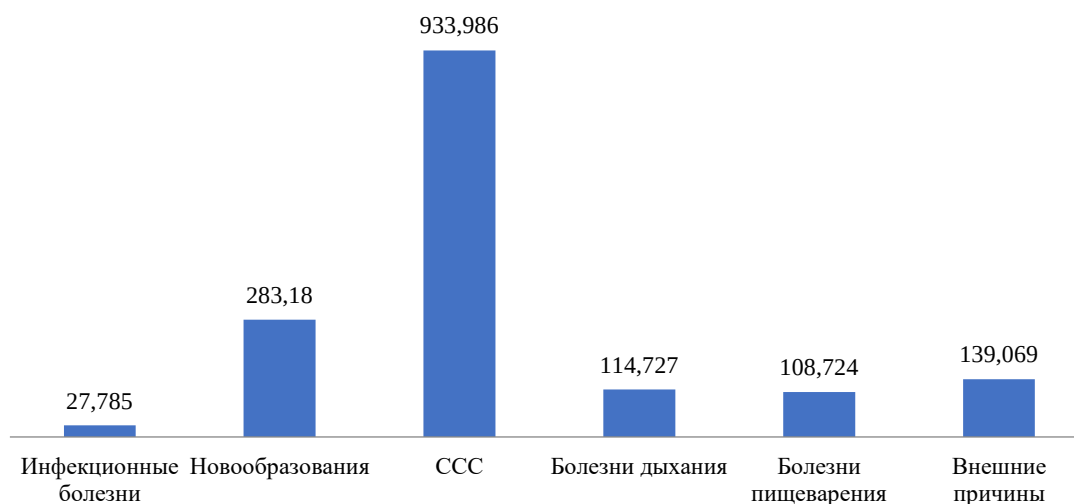


Рисунок 3 – Причины смерти населения России за 2021 год

К следующему виду демографических процессов в обществе относят брачность. Брачность – это социально-демографический процесс, тесно связанный с воспроизводством населения,

который охватывает совокупность брачных союзов между людьми. Является одним из важнейших факторов рождаемости и смертности населения [6].

Согласно статистике, максимальное количество браков с 2010 по 2021 год в нашей стране составило 1316 тысяч единиц (2011 год), а минимальное количество – 770,8 тысяч единиц брачных процессов (2020 год). В этот период времени процесс заключения брачных союзов носил своеобразный характер: в 2012 году количество браков уменьшилось почти на 8%, а в 2013 году произошел незначительный подъем почти в 1% в сравнении с прошлым годом. С 2014 года снижение количества брачных процессов стало очевидным и через 3 года, в 2017 году, количество брачных союзов увеличилось на 6,6% и в цифрах составило 1 млн 50 тысяч единиц. 2020 год стал годом, в котором было зарегистрировано самое минимальное количество браков за последнее десятилетие и составило 770,8 тысяч брачных процессов, связанных, в первую очередь, с пандемией

коронавирусной инфекцией [10]. Количество бракоразводных в России в период с 2010 по 2021 год представлено на рисунке 5 [11]. Брак может прекратиться по разным причинам, например, по причине овдовения или развода.

Согласно статистике, максимальное количество разводов с 2010 по 2021 год в нашей стране составило 693 тысячи единиц (2014 год), а минимальное количество – 564 тысячи единиц бракоразводных процессов (2020 год). Процесс расторжения браков в определённый отрезок времени носил скачкообразный характер: в сравнении с 2014 годом, в 2015 году уровень разводов упал на 13% и достиг 612 тысяч бракоразводных единиц. В 2016 году уровень падения продолжался и достиг 600 тысяч единиц. На 2020 год пришлось самое минимальное количество бракоразводных процессов в 564 тысячи единиц [6].

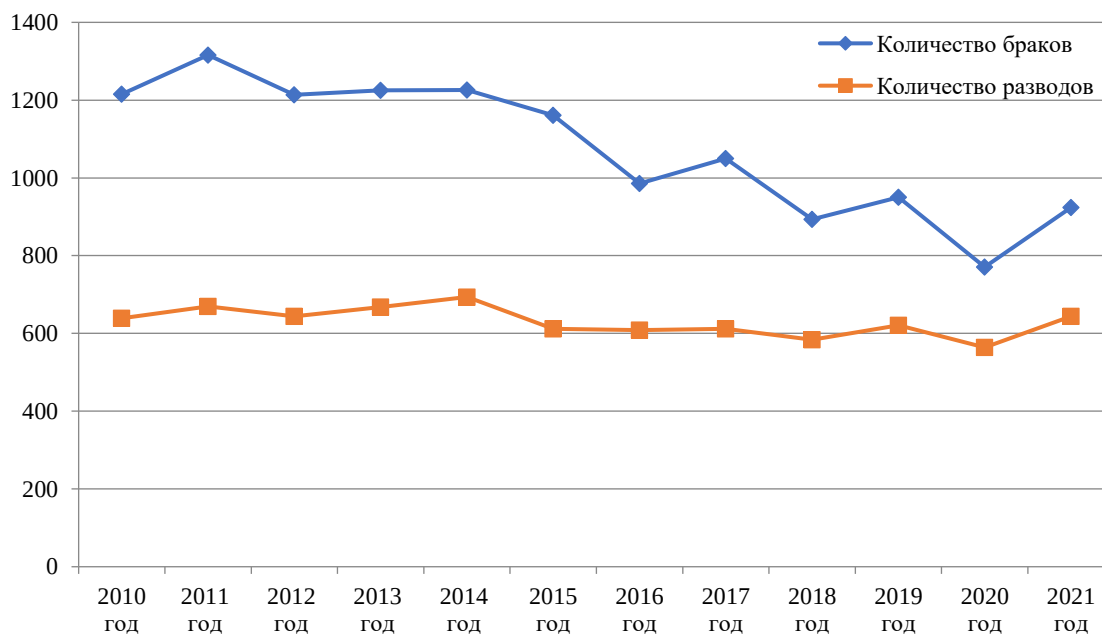


Рисунок 5 – Количество бракоразводных процессов с 2010 по 2021 год

В результате анализа бракоразводных процессов в нашей стране за последние 10 лет, можно сказать, что количество разводов несёт устойчивый характер, в то время как количество браков с каждым годом становится всё меньше и меньше. Итогом данного действия является то, что с каждым годом количество одиноких людей увеличивается, что может привести фиксации невротических и депрессивных реакций, особенно у немолодой женщины с детьми [12].

Исходя из приведённого анализа можно сделать следующие выводы: динамика роста населения нашей страны в большей степени происходит за счёт миграции, а не за счёт рождаемости, как предполагалось. Уровень рождаемости с 2010 по 2020 год носит скачкообразный характер: до 2014 года наблюдался активный рост деторождений, а с 2015 года произошло снижение рождаемости.

#### Список литературы:

1. Глушкова, В.Г. Демография [Текст] / В.Г. Глушкова, Ю.А. Симагин. – 6-е изд. – Москва: КНОРУС, 2012 – С. 11.

2. Рязанцев, С.В. Демографическая ситуация в России: новые вызовы и пути оптимизации [Национальный демографический доклад] / С.В. Рязанцев // Изд-во «Экон-Информ», 2019 – С. 7-10.
3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 03.03.2023).
4. Долбик-Воробей, Т.А. Статистика населения и демография [Учебник] / Т.А. Долбик-Воробей, О.Д. Воробьева // КНОРУС, 2018. – С. 124-125; С. 145-146; С. 232-235.
5. Рождаемость по данным Росстат [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosinfostat.ru/rozhdaemost/> (дата обращения: 20.03.2023).
6. Подольная, Н.Н. Демография и статистика населения [Учебное пособие] / Н.Н. Подольная, М.В. Бикеева, А.В. Катынь. – Саранск: Мордовский государственный университет, 2015 – С. 65.
7. Хачатрян, Л.А. Рождаемость в современном российском обществе: особенности и последствия / Л.А. Хачатрян // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2011. – Выпуск 4. – С. 11.
8. Приказ от 04.12.1992 № 318 Министерства здравоохранения Российской Федерации «О переходе на рекомендованные всемирной организацией здравоохранения критерии живорождения и мертворождения» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.technomedica.ru/site\\_files/docs/books/order-318-mz-rf.pdf](http://www.technomedica.ru/site_files/docs/books/order-318-mz-rf.pdf) (дата обращения: 19.03.2023).
9. Статистика смертности в России по годам и причинам [Электронный ресурс]. – URL: <https://gogov.ru/articles/natural-increase/mortality-causes> (дата обращения: 27.02.2023).
10. Шерифова, А.Ф. Брачность и разводимость в России и её регионах в динамике / А.Ф. Шерифова, А.Ш. Ибрагимова, Б.Ш. Дадаева // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2021. №1. – С. 99-100.
11. Статистика: Число браков и разводов в России [Электронный ресурс]. – URL: [https://ruxpert.ru/Статистика:Число\\_браков\\_и\\_разводов\\_в\\_России](https://ruxpert.ru/Статистика:Число_браков_и_разводов_в_России) (дата обращения: 15.02.2023).
12. Мартынова, В.В. Социально-педагогические проблемы развода [Статья] / В.В. Мартынова, Ю.С. Жиров // Журнал «Социально-педагогическая работа». – 2006. – №3. – С. 14-18.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 179.7

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_71

*И.Г. Аракелян, А.М. Магомедкеримова, А.Н. Романова***КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Клинические исследования являются неотъемлемой частью создания лекарств. Без исследований, в которых субъектом выступает человек, невозможно судить о влиянии лекарств на организм пациента. Клинические испытания – это сложный и многоступенчатый процесс. В статье обсуждаются теоретические аспекты процедуры клинических исследований. Особое внимание было уделено этическому обеспечению исследования, поскольку любой медицинский эксперимент, в котором субъектом является человек, привлекает внимание общественности и является предметом обсуждения.

*Ключевые слова:* клинические исследования; лекарственный препарат; фазы исследований; GCP; этический комитет; протокол исследования.

*I.G. Arakelyan, A.M. Magomedkerimova, A.N. Romanova***CLINICAL STUDY OF DRUGS**

Clinical Study are an integral part of drug development. Without studies in which a person acts as a test subject, it is impossible to judge the effect of drugs on the patient's body. Clinical Study are a complex, multi-stage process. The article deals with theoretical aspects, without understanding which it is impossible to judge the concept of clinical trials. Particular attention was paid to the ethical provision of research, because any medical experiments in which a person is a test subject attract public attention and are a topic for discussion.

*Key words:* Clinical Study; drug; study phases; GCP; ethics committee; Study Protocol.

Невозможно создать лекарственный препарат без научных исследований, в которых человек является субъектом-испытуемым. Всё это обусловлено тем, что невозможно наверняка судить о действии новой субстанции на человеческий организм на основании экспериментов на животных. Фармакокинетика у человека отличается от фармакокинетики даже у приматов. Смоделировать патологические состояния у животных для изучения фармакодинамики трудно, а иногда и невозможно – например, когда речь идёт о психиатрических заболеваниях. В последнее время активно разрабатываются компьютерные программы, симулирующие поведение нового вещества в живом организме, тем не менее они не настолько убедительны, чтобы результаты таких «компьютерных игр» убедительно доказывали эффективность и безопасность лекарственного средства.

Именно из-за этого для регистрации нового препарата нужно проводить несколько десятков клинических исследований. Клиническое исследование – это изучение безопасности и/или эффективности исследуемого препарата у человека для выявления или подтверждения его клинических, фармакологических, фармакодинамических свойств, побочных эффектов и/или для изучения его всасывания, распределения, биотрансформации и выведения [2]. Термины «клиническое испытание» и «клиническое исследование» являются синонимами. Врачи, проводящие кли-

нические исследования, должны постоянно помнить о двух принципиальных моментах: а) данные, собираемые в ходе исследования, должны быть достоверными, т.е. точно отражать сделанные врачом наблюдения, и б) методы получения этих данных не должны подвергать излишнему риску участвующих в исследовании пациентов, человеческие права которых необходимо строго соблюдать [2].

Клинические исследования должны проводиться в соответствии с этическими принципами, заложенными в Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации (ВМА) и отраженными в GCP (Надлежащая клиническая практика (Good Clinical Practice)) и нормативных требованиях [2].

Перед началом исследования необходимо оценить ожидаемый риск и неудобства с ожидаемой пользой для субъекта и общества. Исследование может быть начато и продолжено лишь тогда, когда ожидаемая польза оправдывает возможный риск.

Права, безопасность и интересы объекта исследования имеют первостепенное значение и должны превалировать над интересами науки и общества; они ни в коем случае не должны ущемляться.

Обычно используемое понятие разработка/создание нового препарата подразумевает под собой процесс выведения нового лекарства или устройства на медицинский рынок [2]:

- Создание/изучение новой субстанции/молекулы или идеи приспособления.
- Создание продукта.
- Доклинические исследования.
- Клинические исследования.
- Регистрация продукта и промышленное производство.

### **Доклинические исследования**

Доклинические исследования – это основополагающий этап разработки и внедрения лекарственного препарата в клиническую практику, позволяющий своевременно изучить фармакологические, токсические и фармацевтические свойства и оценить эффективность и безопасность фармакологического средства [2].

Как только созревает идея создания нового лекарственного препарата, процесс его разработки прочно связывается с проведением скрининговых доклинических исследований. Благодаря таким исследованиям появляется возможность эффективно оценить то или иное вещество, сочетание веществ, представляется возможным выбор приемлемого состава будущего лекарственного препарата (ЛП). После утверждения состава ЛП проводят доклинические исследования безопасности и эффективности.

Сначала вводится однократная доза и исследования по разработке диапазона доз. Обычно подобные исследования сначала проводятся на грызунах (мышьях или крысах), затем на животных покрупнее (например, на собаках). Затем установление первой дозы для приёма людьми, это важно для защиты тех, кто участвует в первых испытаниях на людях [2].

В соответствии с Мелиховым О.Г. [1, с. 13-15] лекарственное средство проходит четыре фазы клинических испытаний (I-IV); вторая фаза делится на фазы IIa и IIb, а внутри третьей фазы выделяют фазу IIIb (рис. 1).

### **Фаза I**

На этом этапе происходит первое применение нового вещества на людях. Основная цель исследований I фазы – определить, следует ли продолжать работу над новым препаратом, и, если возможно, определить дозы, которые будут использоваться позже у пациентов во время клинических испытаний II фазы.

Во время I фазы исследуются: безопасность, переносимость, фармакокинетика, фармакодинамика и биодоступность одной и множественных доз.

Исследования фазы I имеют общие характеристики:

- Они проводятся с небольшим количеством добровольцев, обычно от 4 до 24 человек в исследовании.

- Каждое исследование длится несколько дней, редко несколько недель или месяцев.

- Состояние здоровья испытуемых тщательно контролируется медицинским персоналом; добровольцы, как правило, находятся под наблюдением 24 часа в сутки.

### **Фаза IIa**

Здесь впервые вещество используется у пациентов с заболеванием, для лечения которого следует применять препарат. Иногда их называют терапевтическими пилотными исследованиями (pilot studies), поскольку полученные в них данные обеспечивают оптимальное планирование более обширных и дорогих базовых, или «опорных» (pivotal), исследований фазы IIb. В это время необходимо проверить активность исследуемого вещества для лечения конкретного заболевания, оценить краткосрочную безопасность, правильно определить популяцию пациентов, назначить режим дозирования, определить зависимость эффекта от дозы, определить критерии оценки эффективности и т.д. Исследования проводятся с небольшим числом пациентов (100–300) под строгим наблюдением, иногда в условиях стационара.

### **Фаза IIb**

Более углублённые исследования пациентов с заболеванием, которое является основным потенциальным показанием для назначения нового препарата (лечение, диагностика или профилактика). Главная цель – предоставить убедительные доказательства эффективности и безопасности нового препарата. Результаты этих базовых исследований (pivotal trials) лежат в основе планирования исследований III фазы и сильно влияют на решение о регистрации продукта. Многие считают, что исследования II фазы являются наиболее критическим моментом в создании нового препарата.

### **Фаза III**

Во время III фазы изучаются характер и профиль наиболее распространенных побочных реакций на лекарственные средства, клинически значимые лекарственные взаимодействия, влияние возраста, сопутствующих заболеваний и т.д. Данные, полученные в ходе клинических испытаний III фазы, служат основой для создания инструкций по применению препарата и являются важным фактором при принятии официальными органами решений о регистрации препарата и целесообразности его медицинского применения.

Выделены клинические испытания фазы IIIb, которые включают исследования, проводимые с момента подачи материалов о регистрации препарата в официальные органы до момента

получения разрешения на регистрацию и медицинское использование.

#### Фаза IV

Исследования проводятся после начала продажи препарата с целью получить более подробную информацию о безопасности и эффективности, о различных лекарственных формах и дозах, проследить длительное применение у разных групп пациентов и при наличии факторов риска и т.д., и, таким образом, более полно оценить

всю стратегию применения лекарственного средства.

Поскольку в исследованиях принимает участие большое число пациентов, это позволяет выявить ранее неизвестные и редко встречающиеся нежелательные явления. Испытания IV фазы требуют соблюдения тех же условий, что и для пред регистрационных исследований (как минимум наличия протокола).



Рисунок 1 – Фазы клинических испытаний (КИ)

#### Этическое сопровождение

Медицинские эксперименты, в которых человек выступает в качестве субъекта – испытуемого, т.е. клинические исследования, являются предметом повышенного внимания со стороны общества, обеспокоенного соблюдением прав человека. Защита прав участников исследований – один из базовых принципов GCP. В качестве примера нарушения этих прав можно привести историю про талидомид.

В начале своей рыночной «карьеры» талидомид рекомендовался как превосходное успокаивающее средство, которое помогает снять ранние симптомы беременности. Оказалось, что своё уродующее дело талидомид совершает в первые два месяца беременности. Одной таблетки достаточно для формирования серьезных аномалий у ребёнка (рис. 2). В Великобритании он был отозван с рынка в 1961 году, но продолжал продаваться до 1968 года. История запрета этого препарата – это борьба, занявшая несколько лет, несмотря на то, что ситуация с врожденными аномалиями у детей стала напоминать эпидемию. Всего в 46 странах в конце 1950-х – начале 1960-х гг. родилось около 10 тысяч детей с нарушениями развития из-за приёма

матерями талидомида [6]. К сожалению, воздействие талидомида не ограничилось рамками одного поколения. За последние несколько лет зарегистрированы как минимум десять случаев появления детей с «талидомидными» нарушениями развития.

По определению ICH GCP (International Conference on Harmonisation, Международный совет по гармонизации технических требований) [4, с. 13, п. 1.27], «независимый этический комитет (Independent Ethics Committee, IEC) – это независимый орган (совет или комитет, принадлежащий какому-либо учреждению, либо региональный, национальный или международный), состоящий из медиков и лиц без медицинского образования, в чьи обязанности входит гарантировать соблюдение прав субъектов исследования, их безопасность и благополучие. Законный статус, состав, функции, порядок работы и официальные требования к деятельности этических комитетов или других подобных органов могут отличаться в разных странах, но должны позволять независимому этическому комитету работать в соответствии с принципами ICH GCP».





Рисунок 2 – Жертвы действия талидомида [5]

Согласно правилам GCP, ни одно исследование не может быть начато без предварительного одобрения этическим комитетом (ЭК). В настоящее время ни одна официальная инстанция США, Западной Европы и Японии, дающая разрешение на медицинское использование нового препарата, не примет к рассмотрению результаты исследования, проведенного без санкции ЭК [1, с. 42].

В ЭК должно входить достаточное количество лиц, которые обладали бы квалификацией и опытом, необходимыми для рассмотрения и оценки научных, медицинских и этических аспектов исследования. ICH GCP [4, с. 21, п. 3.2.1] рекомендует, чтобы:

- а) в состав ЭК входило не менее 5 членов;
- б) как минимум один из них не имел отношения к научной деятельности;
- в) как минимум один был независим от учреждения, где предполагается проводить исследование.

#### **Информированное согласие**

Помимо ЭК вторым важным элементом системы обеспечения этики медицинских экспериментов и уважения прав участников является информированное согласие (ИС). Прежде чем участвовать в клиническом испытании, каждый его участник должен свободно и без принуждения предоставить на это своё ИС. Участник исследования – это пациент или здоровый доброволец, который либо получает в ходе клинического испытания исследуемый препарат или входит в контрольную группу.

В соответствии с ICH GCP [4, с. 14, п. 1.28] ИС – это процесс, который позволяет пациенту

или добровольцу свободно подтвердить свою собственную волю (согласие) участвовать в конкретном исследовании. Прежде чем подтвердить своё согласие, субъект должен быть проинформирован обо всех аспектах клинического испытания, которые могут повлиять на его решение участвовать в эксперименте (поэтому согласие называется информированным). Чтобы зафиксировать факт согласия, участник исследования должен внимательно прочитать информацию для пациента, подписать и датировать документ, называемый формой ИП.

В соответствии с Мелиховым О.Г. [1, с. 49-50] информация для пациента и форма ИС составляют один документ, который называется «Информированное согласие».

Информация для пациента должна быть составлена в соответствии с законами той страны, где проводится клиническое исследование, правилами GCP и принципами Хельсинкской декларации ВМА.

#### **Контроль качества в клиническом исследовании**

В современных клинических исследованиях большое внимание уделяется контролю качества. Система контроля качества состоит из мониторинга, аудита и инспекции.

В соответствии с ICH GCP [4, с. 10, п. 1.6], аудит – это «систематический и независимый контроль связанных с исследованием процедур и документов с целью убедиться в том, что эти процедуры проводятся, а данные регистрируются, анализируются и сообщаются в соответствии с протоколом, стандартными процедурами

спонсора, правилами GCP и соответствующими требованиями официальных инстанций».

Цели аудита [1, с. 121]:

- проверить, не нарушались ли при проведении исследования права его участников;
- оценить достоверность исходных данных;
- установить, проводилось ли исследование в соответствии с протоколом и стандартными процедурами;
- установить, не использовались ли при получении данных процедуры или приёмы, которые могли бы отрицательно повлиять на достоверность данных;
- получить дополнительную информацию, не изложенную в материалах исследования или заключительном отчете, если проект завершён.

Ошибки и обман при проведении клинических исследований.

Даже в хорошо спланированных клинических исследованиях не все пациенты заканчивают испытание, а среди тех, кто закончил, не все строго следуют протоколу.

В практике используются два термина, определяющих степень отступления от требований протокола: отклонения и нарушения.

Отклонения от протокола – небольшие расхождения между протоколом и реальным ходом исследования [1, с. 67]. В отличие от нарушения, отклонение от протокола имеет менее серьезный характер. Примером отклонения от протокола может быть смещение даты посещения пациентом врача на несколько дней, игнорирование приёма препарата в течение нескольких дней. В этом случае искажается достоверность собираемых данных. Если во время клинических испытаний наблюдаются несколько отклонений, это может указывать на то, что клиническое исследование было спланировано неправильно. Основываясь на этих данных, можно сделать определённые выводы для планирования последующих проектов.

Нарушения протокола – серьезные отклонения, которые могут поставить под сомнение правильность полученных данных: нарушение критериев включения и исключения, неправильный приём исследуемого препарата, отсутствие об-

следований, направленных на определение основной переменной интереса, приём запрещенных сопутствующих лекарств [1, с. 68].

Обнаружение сфальсифицированных данных чаще всего приводит к исключению из анализа всех данных, полученных в этом исследовательском центре. Например [3], в начале 1990-х годов в США проводилось исследование US National Surgical Adjuvant Breast and Bowel Project. В одном из центров, который включил в этот проект 354 пациента, был установлен факт фальсификации данных 6 пациентов. Все 354 пациента были исключены из анализа, что, естественно, отразилось на результатах исследования, в котором всего принимало участие 2163 пациента [3]. Если обман обнаруживается в момент рассмотрения материалов в FDA (Food and Drug Administration, «Управление еды и лекарств»), это грозит компании-спонсору как минимум задержкой регистрации препарата. Агентство обычно требует проведения повторного анализа результатов и исключения из массива фальсифицированных данных, а иногда и всей информации, полученной в запятнавшем свою репутацию исследовательском центре. Если же обман выявлен после регистрации препарата, FDA может аннулировать разрешение на его медицинское применение.

Снизить вероятность фальсификации данных можно следующими способами [1, с. 131]:

- подбирать исследователей с безукоризненной научной репутацией;
- осуществлять образовательные программы по правилам проведения клинических исследований для членов исследовательского коллектива и обучать их конкретным навыкам работы;
- не включать в проект исследовательские центры, в которых ведется несколько параллельных проектов по схожим показаниям;
- тщательно просматривать первичные документы пациента, уделяя особое внимание признакам, подтверждающим, что пациент действительно существует и ему проведены все необходимые обследования;
- обеспечить качественный мониторинг проекта в целом;
- проводить регулярный аудит исследовательских подразделений.

#### Список литературы

1. Мелихов, О.Г. Клинические исследования: справочное медицинское издание [Электронный ресурс] / О.Г. Мелихов; под ред. Н.Л. Хлебова. – 3-е изд., дополненное. – Москва: ООО «Издательство «Атмосфера», 2013. – 200 с. – URL: [https://forum.hiv.plus/assets/uploads/files/15367088932501melikhov\\_o\\_g\\_klinicheskie\\_issledovaniya.pdf](https://forum.hiv.plus/assets/uploads/files/15367088932501melikhov_o_g_klinicheskie_issledovaniya.pdf).
2. Планирование и проведение клинических исследований лекарственных средств / под ред. Ю.Б. Белоусова. – Москва: Изд-во Общества клинических исследователей, 2000.

3. Интегрированное дополнение к ICH E6(R1): Руководство по надлежащей клинической практике E6(R2). 4-е изд. 2016. 78 с.
4. Лищук, О. Учёные объяснили тератогенный эффект талидомида / Олег Лищук // N + 1. Интернет-издание. – URL: <https://nplus1.ru/news/2016/06/21/thalidomide>.
5. Маркова, А. Четыре лекарства, которые сильно испортили людям жизнь [Электронный ресурс] / Алина Маркова // СМИ сетевое издание «СНОБ». – <https://snob.ru/selected/entry/31543/>.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 614.1

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_77

*Ю.В. Ефремова, А.А. Евсеева***АНТИПРИВИВОЧНЫЙ СКЕПСИС  
КАК ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

Статья посвящена одной из актуальных проблем современного здравоохранения – антипрививочному скепсису. Антипрививочное движение влечёт за собой огромные медико-социальные и экономические последствия. Убеждения последователей данного движения провоцируют различные заблуждения о вакцинах, панику у родителей и медицинских работников, что влечёт за собой массовый отказ от вакцинопрофилактики и, следовательно, последующий рост заболеваемости. Рост заболеваемости ведёт к высокой смертности населения и последующему демографическому кризису со всеми вытекающими из этого последствиями. Статья подробно рассматривает последствия антипрививочного движения и предлагает пути решения данной проблемы.

**Ключевые слова:** вакцинация; коллективный иммунитет; здоровье населения; заболеваемость; здравоохранение; медицинская статистика.

*Yu.V. Efremova, A.A. Evseeva***ANTI-VACCINATION SKEPTICISM AS A PROBLEM OF MODERN HEALTHCARE**

The article is devoted to one of the urgent problems of modern healthcare – anti-vaccination skepticism. The anti-vaccination movement entails huge medical, social and economic consequences. The beliefs of the followers of this movement provoke various misconceptions about vaccines, panic among parents and medical professionals, which entails a massive rejection of vaccination prevention and, consequently, a subsequent increase in morbidity. The increase in morbidity leads to high mortality of the population and the subsequent demographic crisis with all the consequences that follow from this. The article examines in detail the consequences of the anti-vaccination movement and suggests ways to solve this problem.

**Key words:** vaccination; collective immunity; public health; morbidity; healthcare; medical statistics.

История здравоохранения показывает, что массовая вакцинация является одним из самых успешных способов борьбы с инфекционными заболеваниями. Ежегодно во всем мире вакцинация сохраняет 2-3 млн детских жизней и в среднем на 20 лет продлевает жизнь взрослых.

К началу XXI столетия промышленно развитым странам удалось сократить число заболевших краснухой, дифтерией, корью и полиомиелитом на 98% [1]. Последний случай натуральной оспы был диагностирован 45 лет назад: в естественных условиях был зарегистрирован 26 октября 1977 года в сомалийском городе Марка, а летом 1978 года был зафиксирован самый последний известный случай оспы в результате внутрилабораторного заражения, который унёс жизнь 40-летней Дженет Паркер, медицинского фотографа [2].

На сегодняшний день, благодаря всеобщей вакцинации, натуральная оспа полностью побеждена и существует только в двух лабораториях в мире в качестве образца: в Государственном научном центре вирусологии и биотехнологии «Вектор» (Россия) и в Центре по контролю и профилактике заболеваний США (CDC) [3].

Такая проблема как антивакцинаторское движение в последние четыре десятилетия приобрела особое значение, даже несмотря на то, что

вакцинологией создана твёрдая аргументация в пользу всеобщей вакцинопрофилактики.

Антипрививочное движение (антивакцинаторство) – общественное движение, ставящее под сомнение и оспаривающее безопасность, эффективность и необходимость вакцинации. Большинство доводов сторонников данного движения не подтверждаются научными данными [4].

В первую очередь люди протестовали против посягательства на личное право каждого гражданина самому принимать решения о собственном здоровье. Другой причиной были религиозные соображения, но основной причиной был страх перед осложнениями после вакцинации. Технология производства вакцин очень усовершенствовалась за последнее столетие. Однако последователи антипрививочного движения всё так же продвигают свои взгляды в общественность.

По данным официального статистического издания «Россия в цифрах» можно проследить положительную динамику по охвату вакциноуправляемыми инфекциями. Судя по цифрам, можно предположить, что антипрививочный скепсис в России не является большой проблемой. К сожалению, эта иллюзия опровергается практикой: отечественное неприятие вакцина-

ции хорошо известно всем, кто профессионально занят прививками и не раз был свидетелем общественного обсуждения иммунизации.

Ситуация с антипрививочным скепсисом усугубилась в последние годы с приходом в нашу жизнь пандемии COVID-19. Новые вакцины, введение QR-кодов и противоэпидемических мероприятий существенно обострило антипрививочные настроения среди населения разных стран, что сильно волнует мировое медицинское сообщество. ВОЗ включила недоверие к вакцинации в список десяти глобальных угроз для здоровья населения [5].

### **История развития антипрививочного движения**

Принято считать, что антипрививочное движение началось сразу же после того как была проведена первая вакцинация. В 1796 английский аптекарь и хирург Эдвард Дженнер привил коровью оспу 8-летнему мальчику Джеймсу Фипсу, а через полтора месяца – человеческую оспу. Мальчик не заболел и в дальнейшем был здоров. С этого момента и начались различные мифы и домыслы о вреде прививок. Людей пугало, что после такой прививки они обзаведутся рогами или копытами. Все эти слухи сопровождались написанием множества карикатур [6].

Вакцинация действительно выглядела очень пугающе в то время – через надрез в кожу вводилось содержимое оспенных пустул или материал из подсохших корочек, полученных от больного. Конечно же, из-за незнания самого механизма вакцинации и столь пугающей процедуры, у людей стали появляться различные доводы и опасения по поводу прививок [7].

Однако слухами и рисунками всё не ограничилось. В 1866 году в Англии появились первые «мракоборцы» – Лига борцов с прививками (National Anti-Vaccination League). К 1879 году она насчитывала уже 10 000 участников. Чуть позже они продвинулись ещё дальше, за океан, где появилось Американское общество антивакцинации (Anti-Vaccination Society of America). Тогда же начался бум антипрививочной литературы, в том числе и специализированных журналов.

За всю историю вакцинологии произошло более двух десятков эпидемических вспышек заболеваний с многочисленными осложнениями и летальными исходами, которые были вызваны носителями антипрививочных идей [8].

Отношение к вакцинации всегда носило циклический характер и сильно зависело от эпидемий. Например, в 1852 году по Великобритании прокатилась очередная волна оспы. После неё родители не отказывались от прививок, а даже

вставляли за ними в очередь. Но недолго: когда заболеваемость (вместе со смертностью) начала снижаться, люди снова стали отказываться и сомневаться.

На данный момент мы наблюдаем похожую картину. В начале 1970-х годов после появления в Англии слухов о том, что прививка против коклюша, дифтерии и столбняка (АКДС) может повлиять на мозг, число привитых упало до критических 30%. Последовавшая за ней вспышка коклюша стала следствием её быстрого распространения. Из-за этого погибли десятки детей, но по некоторым оценкам количество могло достигать нескольких сотен [9].

Естественно, после таких событий охват населения вакцинацией снова вырос. К 1992 году охват составил 92%. Научные исследования не подтвердили опасений о влиянии АКДС на мозг.

Наиболее громкое антивакцинаторское преступление – это фальсификация исследования Эндрю Уэйкфилда о связи вакцины против кори, эпидемического паротита и краснухи (КПК) с аутизмом [10].

В 1998 году Уэйкфилд объявил на всю страну, что стандартная прививка от кори, краснухи и паротита (КПК) может вызывать у детей аутизм. Его статью опубликовал престижный медицинский журнал «Lancet».

Уэйкфилд описал медицинские истории двенадцати детей с типичными для аутизма нарушениями поведения и речи. Нехарактерным было развитие заболевания. Родители девяти пациентов заявили, что симптомы появились не сразу, а после того, как детям сделали комбинированную вакцину от кори, краснухи и паротита.

В своей статье Уэйкфилд заявил о том, что данная прививка поражает нервную систему ребёнка из-за того, что в ней содержатся частично разрушенные фрагменты сразу трёх вирусов и это очень много для неокрепшего детского организма. Другое его предположение состояло в том, что в аутизме у детей виновата не смесь трёх вирусов, а использование тиомерсала – специального консерванта на основе ртути.

Медики давно знают о том, что в тяжёлых случаях корь и краснуха могут действительно вызвать осложнения на мозг. И, хотя в статье Уэйкфилда были использованы только истории и подозрения родителей, она была полностью построена на догадках и предположениях родителей. Учёный тогда не имел никаких весомых доказательств. Конечно же, причиной исследования Эндрю Уэйкфилда в первую очередь стала его коммерческая деятельность. В 1996 году он зарегистрировал патент на своё изобретение –

экспресс-тест на выявление следов вируса кори. С помощью этих тестов он предлагал обследовать больных аутизмом детей. В случае, если результаты теста показали положительный результат, родители ребёнка могут подавать в суд на производителя вакцин, имея доказательства на руках.

После долгого расследования выяснились настоящие намерения Уэйкфилда и только в 2010 году журнал «Lancet» отозвал статью и вычеркнул Уэйкфилда из Медицинского реестра Соединенного Королевства.

Однако это всё никак не отменяет огромный непоправимый ущерб, нанесённый доверию людей к вакцинации. В Великобритании в 2008 году была зафиксирована вспышка кори, но несмотря на это, в 2009 году 8,2% родителей полностью отказались от прививок и 25,8% решили отложить вакцинацию детей [11].

Антипрививочное движение в России началось с 1988 года, когда вирусологом Галиной Петровной Червонской была опубликована статья в газете «Комсомольская правда» о вакцинации. Как следствие, нарастание количества отказов от вакцинации спровоцировало вспышку дифтерии, унесшую более 4 000 жизней [12].

В такой ситуации активность антипрививочного движения снизилась, увеличился охват населения вакцинацией и эпидемия дифтерии прекратилась.

Большая часть циркулирующих в России антипрививочных идей заимствованы из зарубежной литературы, но имеются и самобытные.

Например, «сомнительность экологической безопасности календарной вакцинопрофилактики» (чл.-корр. Академии наук РФ А.В. Яблоков), «живая коревая вакцина вызывает иммунодепрессию у детей» (проф. В.А. Ляшенко), «живая краснушная вакцина вызывает иммунодепрессию у вакцинированных» (д.м.н. А.Л. Пухальский), «живая полиомиелитная вакцина, применявшаяся в СССР, – причина тотального инфицирования населения вирусом SV40» (акад. РАМН Б.А. Лапин, д.м.н. М.Г. Чикобава) [13].

Исходя из всего вышесказанного, можно выделить следующие причины возникновения антипрививочного движения:

1. Высокий уровень осложнений в начале вакцинации.

2. Страх людей перед любым новым, непонятным явлением, а также вторжением в их внутреннюю среду.

3. Неприятие всего, что внедряется насильно.

4. Дезинформация.

### **Основные доводы антипрививочников и их научное опровержение**

Наиболее часто встречающиеся доводы антивакцинаторов, приводимых для аргументации своих идей:

1. Иммунная система младенца не созрела, поэтому делать все прививки, как положено по национальному календарю, опасно. Лучше сделать только самые важные, а остальные отложить хотя бы до года.

Ребёнок с рождения окружён большим количеством антигенов, которые в свою очередь похожи на вакцину, только в менее очищенном виде. Они постоянно взаимодействуют с иммунной системой ребёнка, тем самым подготавливая её. И ещё один компонент, который они получают в прививке, может быть таким же, как остальные.

К тому же необходимо понимать, что Национальный календарь прививок создан на основании научных данных. Он закреплён Федеральным законом от 17.09.1998 № 157-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Об иммунопрофилактике инфекционных болезней» [14].

2. Вакцины бессмысленны, ведь в наше время нет эпидемий.

Показательным является случай вспышки натуральной оспы в Москве в 1959-1960 гг. Несмотря на то, что болезнь была побеждена в границах СССР путём всеобщей вакцинации ещё в 1936 году, вспышка оспы, завезённой из-за рубежа, произошла в Москве в декабре 1959 – январе 1960 года. Московский художник Кокорев посетил Индию и побывал на сожжении умершего брамина. По прибытию в Москву он начал плохо себя чувствовать и затем попал в больницу, где скончался. При вскрытии было обнаружено, что больной умер из-за чёрной оспы. Из-за того, что больной контактировал с несколькими людьми до прибытия в больницу, а также привезённые им подарки были сданы в комиссионные магазины, начали регистрироваться случаи заболевания, а позже началась эпидемия, но благодаря эффективной работе эпидемиологической службы, органов правопорядка и государственной власти она была быстро локализована и побеждена. За месяц было вакцинировано 5 559 670 москвичей и более 4 000 000 жителей Подмосковья [15].

3. Вакцины содержат в своём составе вредные, отравляющие вещества.

В состав вакцины и вправду входит множество «вредных веществ», от части в этом и есть её суть, ведь в каждой прививке содержится в некотором виде часть вируса. В качестве антигенного материала используют:

- живые, но ослабленные штаммы микробов или вирусов;
- убитые (инактивированные) микробы (вирусы);
- очищенный материал, например, белки микроорганизмов;
- также применяются синтетические вакцины.

В вакцинах могут содержаться и другие вредные вещества, но их концентрация ничтожно мала.

Формальдегид в составе вакцин нужен для обезвреживания патогена, используемого при создании вакцин. Его концентрация в составе вакцины не превышает 0,1 мг. В то время как нормальный уровень содержания формальдегида в крови – 2,74 мг/л, а безопасная доза формальдегида – 0,2 мг/кг/сутки. Стоит помнить о том, что с обычным приёмом пищи мы можем получить дозу формальдегида в несколько раз превышающую ту, которая содержится в вакцине. Например, в яблоке формальдегид может содержаться в количестве 6,3–22,3 мг/л. Попадая в кровь, формальдегид разлагается в организме за несколько минут далее полностью выводится из организма.

Алюминий в составе вакцин используется для ускорения и усиления реакции организма на антигены в прививке в качестве иммуноадъюванта. В вакцине может содержаться от 0,125 до 1,5 мг алюминия. Минимальное опасное количество алюминия – 1–2 мг/кг/сутки. Период полураспада алюминия в организме – 24 часа. И хотя переизбыток алюминия действительно может негативно влиять на организм, исследования показывают, что алюминий в вакцинах не связан с задержками развития у детей [16].

Полисорбат используется в вакцинах в качестве эмульгатора в дозе около 2,5 мкг. Также активно используется в промышленности, парфюмерии, косметологии и продуктах питания, например, в обычном мороженом в дозе около 0,5 мкг. Безопасность его использования была доказана в слепом рандомизированном исследовании [16].

Тиомерсал используется в некоторых вакцинах в качестве антисептика для предотвращения грибкового и бактериального инфицирования. Вся проблема заключается в том, что в его состав входит ртуть, а точнее этилртуть. В отличие от ртути, она довольно легко выводится из организма: период полураспада тиомерсала равен 7 дням. В вакцинах находится всего 7–50 мкг тиомерсала. Стоит помнить о том, что ртуть (ме-

тилртуть) в гораздо больших количествах содержится в рыбе (сёмга, тунец, окунь) – до 40,6 мкг/кг [17].

Было доказано, что тиомерсал в вакцинах безопасен, а отказ от вакцин с ним не уменьшает рост аутизма. В множестве исследований не было обнаружено взаимосвязи между вакцинами, тиомерсалом в вакцинах и нарушениями психологического развития.

Даже несмотря на это, тиомерсал был на всякий случай удалён из большей части вакцин. Теперь он содержится только в вакцине против гриппа.

Из всех этих данных можно сделать вывод, что потенциально опасные вещества необходимы как раз для увеличения безопасности вакцин, и при этом содержатся в них в столь ничтожных количествах, что не могут причинить ни малейшего вреда здоровью.

4. Вакцинированные люди всё равно болеют и заражают других.

Во-первых, у всех есть особенности иммунной системы, и существует часть людей, которые в силу индивидуальных особенностей организма, не реагируют на вакцину так как ожидается. Стандартная дозировка для них может быть недостаточной или наоборот избыточной.

Во-вторых, вакцина является сложным иммуномодулирующим препаратом, поэтому, реакция организма может отличаться у разных людей. Так как все учёные и производители вакцины изначально понимают это, то они открыто говорят о том, что ни одна вакцина не даёт 100% защиту. Вакцина направлена в первую очередь на то, чтобы сократить количество летальных случаев и тяжёлых последствий заболевания.

По известным данным, люди после вакцинации болеют намного легче без поражения лёгких, цитокиновых бурь и тромбозов крупных сосудов. У них всё это проходит максимально приближенно к обычному ОРВИ с небольшим астеническим синдромом [18].

5. Вакцины часто приводят к тяжёлым заболеваниям.

Одним из самых распространённых заблуждений является то, что вакцинация детей провоцирует развитие аутизма. Как уже говорилось выше, одним из первых кто дал начало этому мифу, является Эндрю Уэйкфилд. Он провёл низкокачественное исследование с искажением данных в свою пользу. Из 12 выбранных им детей у троих детей не было аутизма вообще, у пяти других имелись поведенческие проблемы до прививки. У многих детей из данного исследования синдромы аутизма начали развиваться через месяцы после вакцинации, а не через несколько

дней. Также стоит помнить о том, что это исследование проводилось в первую очередь для коммерческих целей. Антипрививочная кампания, стоявшая за исследованием, рассчитывала, что родители детей, больных аутизмом, начнут массово скупать тесты для выявления следов вируса кори для того, чтобы подавать в суд на производителя вакцин [16].

Другим исследованием, которое сторонники антипрививочного движения используют в качестве доказательства связи между аутизмом и вакцинами является исследование связи между ростом заболеваемости аутизмом у детей, привившихся от гепатита В. Основная проблема данного исследования – маленькая выборка детей с аутизмом и использование отчётов родителей, вместо диагностики у специалистов в качестве источника информации о наличии аутизма у детей. Другой проблемой является то, что дети, родившиеся раньше определённого года, не получили прививку от гепатита В, так как её ещё не было. При этом рост заболеваемости аутизмом рос со временем из-за других факторов. Данное исследование показывает лишь корреляцию, но не причинно-следственную связь, а значит не является достоверным [16].

К другим болезням, которые, по мнению антипрививочников, вызывает вакцинация, относят СДВГ, аллергию и астму, аутоиммунные заболевания, диабет, склероз. Но никаких масштабных клинических исследований, подтверждающих это, не проводилось [19].

6. Вакцинация нарушает права человека и неприкосновенности личности.

Стоит начать с того, что принуждать к вакцинации никто конечно же не имеет права, однако всем людям нужно понимать, что мы существуем в социуме, и поэтому должны нести ответственность перед ним.

Дело в том, что помимо персонального иммунитета, всеобщая вакцинация формирует коллективный иммунитет к контагиозным болезням. Благодаря этому эффекту при появлении в обществе нескольких заразных носителей инфекции она не распространяется из-за низкой вероятности их встречи с непривитыми людьми. [20].

Коллективный иммунитет позволяет оставаться здоровыми тем, кому нельзя делать прививку по медицинским показаниям. И, самое главное, маленьким детям до того возраста, когда им можно будет пройти плановую вакцинацию [21].

Среди ключевых проблем здравоохранения в мире в настоящее время, ВОЗ называет недоверие

населения к всеобщей вакцинации. В условиях активной деятельности антипрививочного движения наблюдается снижение охвата вакцинацией населения. Отказ от прививок впервые вошел в список глобальных угроз человечеству в 2019 по данным ВОЗ.

Международное социологическое исследование по определению факторов недоверия населения к вакцинопрофилактике показало, что в России уровень скептицизма к вакцинопрофилактике составил 17,1% против среднемирового 5,8% [22].

Ситуация также усугубляется снижением доверия к вакцинопрофилактике врачей и медицинских работников, которые формируют отношение пациента к вакцинации и влияют на его решение быть привитым или прививать своих детей.

В 2019 году на базе «ФГАОУ ВО Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова» под руководством Брико Николая Ивановича проводилось масштабное исследование, целью которого было изучение отношения различных групп населения и медицинских работников РФ к необходимости проведения вакцинации.

Было проведено анкетирование на предмет отношения к иммунопрофилактике 1 147 человек – будущих родителей (студенты гуманитарных, технических и медицинских вузов), 214 родителей и 512 врачей различных специальностей. Анкеты имели свои особенности в зависимости от группы населения и поставленной цели.

В результате опроса первого направления было выявлено, что очень большой процент лиц (из студентов технических и гуманитарных специальностей) относится к вакцинопрофилактике негативно. Однако это было обусловлено низкой информированностью данной категории лиц о вакцинации в целом. Среди студентов технического профиля положительное отношение показали всего 37%, а гуманитарных – 33% респондентов, при этом более 40% затруднились ответить на этот вопрос.

В ходе анализа результатов второго направления было выявлено, что среди всех опрошенных родителей 63,5% строго следуют рекомендациям врачей и вакцинируют своих детей согласно Национальному календарю профилактических прививок, 25,3% делают прививки частично, по своему усмотрению, а 11,2% не делают и не планируют делать их вовсе. Родители, прививающие детей только против части инфекций, чаще всего воздерживаются от прививки против гриппа.



Среди родителей, полностью отказывающихся от вакцинации детей, основными причинами данного решения являются боязнь поствакцинальных осложнений (64,9%), отсутствие доверия к качеству вакцин (52,63%), негативное отношение к вакцинации в семье (28,1%), осложнения на предыдущие прививки (21,1%).

Наиболее распространенным среди родителей антивакцинальным утверждением было мнение о том, что входящие в состав вакцин компоненты способны нанести вред здоровью ребёнка: так считает почти половина из них (42,1%). Достаточно большое число родителей (31%) полагают, что количество прививок, которые должен получить ребёнок на первых месяцах жизни, слишком велико. Треть опрошенных (28%) указали, что снижение частоты инфекционных заболеваний связано, в первую очередь, с повышением уровня жизни населения, в то время как вакцинация не оказала на это влияния. Распространённым также является мнение о том, что риск заразиться инфекциями, против которых проводится рутинная иммунизация (такими как корь, краснуха, полиомиелит и др.), в настоящее время преувеличен: так считают 20% опрошенных.

Четверть респондентов (25%) склонны доверять мнению о том, что прививки способствуют снижению иммунитета ребёнка, а 11,2% считают, что вакцина не уменьшает риск заболевания, а напротив, повышает вероятность заболеть той инфекцией, от которой проводят прививку. Каждый пятый (19,6%) опрошенный родитель считает, что риск развития поствакцинальных осложнений и поствакцинальных реакций гораздо выше, чем риск от осложнений перенесённого инфекционного заболевания. Некоторые участники исследования (7%) склонны считать, что необходимости в прививках нет, так как их способны заменить гомеопатические препараты и средства народной медицины, а 4,2% опрошенных доверяют утверждению о том, что вакцинация – это способ стерилизации женщин.

В ходе анализа результатов опроса участников третьего направления было выявлено, что 80% респондентов относятся к вакцинации положительно, 10% относятся отрицательно и 10% затруднились с ответом. Однако отношение врачей к вакцинации различается в зависимости от специальности, наиболее высокий уровень приверженности у педиатров, а самый низкий – у хирургов.

Причинами отрицательного отношения 58% респондентов-врачей отметили свой профессиональный или личный негативный опыт, также 52% считают, что вакцинация влечёт за собой

высокий риск серьёзных осложнений, 21% опрошенных указали, что имеют недостаточно достоверной информации об эффективности вакцинации, 15% сформировали своё отрицательное отношение на основе мнения коллег, чья профессиональная деятельность связана с иммунопрофилактикой.

При отрицательном ответе 21% респондентов-врачей отмечали, что против лишь прививок от гриппа, указывали на плохое качество хранения вакцин, отмечали боязнь возникновения иммунных заболеваний от проведенной вакцинации, необходимость проведения проверки напряжённости иммунитета, отсутствие проведения анализа иммунного статуса населения и отсутствие строгого индивидуального подхода при проведении вакцинации. Тем не менее 84% опрошенных считают, что вакцинация снижает заболеваемость, 8,2% считают, что нет, и 7,8% не имеют определённого мнения на этот счёт.

На вопрос о проведённой (или планируемой) вакцинации своим детям 91,6% всех опрошенных врачей заявили, что будут прививать своих детей (или же их дети уже привиты) в соответствии с Национальным календарем профилактических прививок.

Также 40% отметили, что делали своим детям прививки, не входящие в национальный календарь – против вирусного гепатита А, ротавирусной инфекции, менингококковой инфекции, клещевого энцефалита, желтой лихорадки, вируса папилломы человека [23].

Общим результатом всего исследования стало выявление низкой приверженности населения и медицинских работников иммунопрофилактике и высокое доверие родителей антивакцинальным мифам.

Из данного исследования можно сделать вывод о том, что различные заблуждения людей о действии и составе вакцин, а также низкий уровень знаний в данной области провоцирует массовый отказ от вакцинопрофилактики и, следовательно, последующий рост заболеваемости.

Как говорилось выше, массовый отказ от вакцинопрофилактики порождает рост заболеваемости, которая в свою очередь влечёт за собой колоссальные расходы в сфере здравоохранения.

Например, в 2020 году по данным доклада «Об итогах работы Министерства здравоохранения РФ в 2020 году и задачах на 2021 год» из региональных бюджетов на борьбу с распространением новой коронавирусной инфекции выделены следующие финансовые средства:

– на закупку оборудования и затраты на оснащение (переоснащение) коечного фонда медицинских организаций – 40,0 млрд рублей;

- на закупку лекарственных препаратов – 15,6 млрд рублей;
- на закупку средств индивидуальной защиты – 22,3 млрд рублей;
- на капитальный ремонт инфекционных госпиталей – 13,6 млрд рублей;
- на строительство инфекционных госпиталей – 21,4 млрд рублей;
- на выплаты медицинским работникам – 62,9 млрд рублей [21].

Стоит отметить, что рост расходов на здравоохранение наблюдался по подразделам «Санитарно-эпидемиологическое благополучие», куда включены расходы на дезинфекцию, обеспечение общей безопасности в условиях эпидемиологической угрозы, и «Другие вопросы в области здравоохранения».

Также рост заболеваемости влечёт за собой высокую смертность населения. Это одно из главных экономических последствий антипрививочного движения.

Например, от холеры (в период с 2016 года) погибает около 100-140 тыс. человек в год; от кори – около 140 тыс. человек в год; от гриппа – до 650 тыс. человек в год [24].

Высокая смертность населения порождает демографический кризис. Вследствие этого происходит сокращения объёма трудовых ресурсов, проблемы в сфере образования (низкоквалифицированные работники), а также закрытие больших предприятий и малого и среднего бизнеса.

Если эпидемический процесс выходит за пределы страны или даже континента, то он приобретает статус пандемии, для которой характерны более серьёзные экономические последствия.

Рассмотрим эти последствия на примере настоящего времени в период пандемии коронавируса (с 2019 года).

Новая короновирусная инфекция в первую очередь затронула отрасли, непосредственно контактирующие с потребителями: торговые центры и кинотеатры, магазины товаров для дома или услуги общественного питания, спортивные залы, бассейны, медицинские. Также пострадали и транспортные компании. Уменьшился пассажиропоток по большинству направлений – в частности на некоторых направлениях он был полностью отменен.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что вследствие высокого роста заболеваемости из-за отказа от вакцинации, возникают различные экономические последствия – большие затраты в сфере здравоохранения, высокая смертность населения, демографический и экономический кризисы и т.д.

### **Пути решения проблемы антивакцинаторского движения**

Возникновение антипрививочного движения связано со снижением общего уровня медицинских и биологических знаний у населения о заболеваниях, осложнениях и способах профилактики. Проведение вакцинопрофилактики инфекционных заболеваний контролируется на государственном уровне за счёт вакцинирования в роддомах, обязательных прививок для посещения детских дошкольных и общеобразовательных учреждений, при устройстве на работу [25].

Необходимость и целесообразность вакцинопрофилактики должна объясняться на уровне участковых педиатров и терапевтов, ведь иногда нужно просто донести до родителей или опекунов ребёнка необходимую информацию. Для этого врач должен не только уметь лечить, но и уметь доказать свою точку зрения и донести её до населения. Именно поэтому по новым федеральным стандартам в медицинских ВУЗах введена такая дисциплина как психология, которая учит находить подход и доступно и понятно объяснить важность той или иной процедуры до пациента [26].

Чтобы убедить человека в необходимости вакцинации следует:

- 1) предоставить полную информацию о заболеваниях, против которых проводится прививка, а также о самой вакцине;
- 2) признать существование риска, прислушаться к опасениям пациента;
- 3) рассказать о возможных реакциях и о способах их предотвращения;
- 4) предупредить о значительно большем риске осложнений при заболевании, чем при вакцинации;
- 5) признать за пациентом право выбора;
- 6) говорить только правду о вакцине, давать полную информацию.

Также следует активно проводить санитарно-просветительную работу среди родителей (распространение буклетов, листовок, памяток), включающую в себя, например, беседу с родителями о возможных последствиях при отсутствии вакцинации. Просвещение вести с использованием в том числе электронных ресурсов, а также с привлечением референтных лиц.

В школах на уроках биологии вводить специальный раздел для подробного изучения вакцинопрофилактики.

Предлагать альтернативные пути решения проблемы при медицинских противопоказаниях к вакцинации.

Адекватно и доступно информировать о путях и способах проверки медицинских характеристик вакцины и квалификации персонала. Возможно создать прямую горячую линию для жалоб и предложений граждан в период массовых вакцинаций.

В настоящее время мы постоянно находимся в информационной среде, которая оказывает на нас большое влияние, поэтому необходимо активно освещать в СМИ данную проблему, особенно перед периодом предполагаемого роста заболеваемости (например, гриппа). Создать социальные проекты для просвещения людей, объясняя суть вакцинопрофилактики и состав вакцин, а также последствия отказа от вакцинации не только для конкретного человека, но и для других людей, ведь мы живём в социуме, и каждый наш поступок отражается на нём. Осознанно отказавшись от вакцинации, вы можете стать причиной следующей ушедшей жизни [27].

Необходимость своевременной вакцинации подтверждается множеством примеров. Благодаря прививкам ликвидирована натуральная оспа. В мире забыли эту убивающую человека или уродующую лицо инфекцию. Полиомиелит, совсем недавно вызывавший глобальные эпидемии, находится на пороге ликвидации на всей планете. Это ещё раз подтверждает, насколько радикально вакцинация может решать проблемы борьбы с инфекционными болезнями. Своевременно проведённая вакцинация предупреждает развитие болезни, а значит, сохраняет наше здоровье [28].

Антипрививочное движение влечёт за собой огромные медико-социальные и экономические последствия. Убеждения последователей данного движения провоцируют различные заблуждения о вакцинах, панику у родителей и медицинских работников, что влечёт за собой массовый отказ от вакцинопрофилактики и, следовательно, последующий рост заболеваемости. Рост заболеваемости ведёт к высокой смертности населения и последующему демографическому кризису со всеми вытекающими из этого последствиями.

Таким образом, чтобы предотвратить дальнейшее распространение антипрививочного

движения, необходимо начинать с массового и достоверного информирования населения о принципах вакцинации, составе вакцин и необходимости своевременной вакцинации, начиная с раннего возраста.

Просветительские работы следует проводить через СМИ, учебные учреждения и конечно же, через учреждения здравоохранения, так как медицинские работники имеют большой авторитет в данном вопросе.

### **Выводы**

1. Основными причинами антипрививочного скепсиса является страх людей перед поствакцинальными осложнениями; страх людей перед тем, что внедряется насильно; неосведомлённость о принципе вакцинопрофилактики и составе вакцин, а также дезинформация в данном вопросе.

2. Научным обоснованием ошибочности основных доводов антивакцинаторов являются выявленные статистические взаимосвязи охвата вакцинации и уровня заболеваемости по ряду болезней (корь, грипп, коклюш, дифтерия, паротит, столбняк).

3. Основными последствиями антипрививочного движения является недоверие людей к вакцинации и массовый отказ от неё, вследствие чего увеличивается рост заболеваемости и смертности населения. Это приводит к большим расходам в сфере здравоохранения, а также к демографическому кризису.

4. Основываясь на причинах зарождения антивакцинаторства, предложены возможные пути решения проблемы данного движения, а именно: активно проводить санитарно-просветительную работу среди населения, объясняя суть вакцинопрофилактики и состав вакцин, а также последствия отказа от вакцинации не только для всего общества, но и для конкретного человека.

5. Исходя из данных об охвате вакцинацией и заболеваемостью некоторыми инфекционными заболеваниями по Калужской области и России, можно сделать вывод о том, что вакцинация является одним из наиболее эффективных способов в борьбе с инфекционными заболеваниями, что подтвердилось корреляционным анализом.

### *Список литературы:*

1. Mekalanos, J.J. Vaccine Economics: what price human life? / J.J. Mekalanos; Sci. Transl. Med. // The Childhood Immunization Schedule and Safety: Stakeholder Concerns, Scientific Evidence, and Future Studies / K. Helsing, S. Landi, Ch. Frakes, R.M. Martinez, A.S. Hinshaw, T.J. Aragn [et al.] Institute of Medicine. Introduction.. – Washington, DC: The National Academies Press; 2013; 19.2. – 5 (204): 1-2.

2. Кветков, В.П. О всеобщей победе человечества над натуральной оспой [Электронный ресурс] / В.П. Кветков // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Физиология, психология и медицина. – 2015. – № 2(36). – С. 122-125. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vseobschey-pobede-chelovechestva-nad-naturalnoy-osпой/viewer> (дата обращения: 13.02.2023).
3. О ситуации с лабораторными образцами натуральной оспы [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; официальный сайт. – URL: [https://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/news\\_details.php?ELEMENT\\_ID=19681#:~:text=Проводить%20работы%20с%20живым%20вирусом,прав%20потребителей%20и%20благополучия%20человека](https://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=19681#:~:text=Проводить%20работы%20с%20живым%20вирусом,прав%20потребителей%20и%20благополучия%20человека) (дата обращения: 13.02.2023).
4. Антивакцинаторство в России [Электронный ресурс] / Р.Н. Ведерников, Е.Г. Князев // Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Центральная медико-санитарная часть № 94 Федерального медико-биологического агентства»; официальный сайт. – URL: <http://www.cmsch94.ru/immunoprofilaktika/42-statya-aktivaktsinatorstvo-v-rossii> (дата обращения: 15.02.2023).
5. Харитонов, В.И. COVID-19 и вакцинация: «чипируют» или «убивают»? [Электронный ресурс] / В.И. Харитонов // Сибирские исторические исследования. – 2021. – № 4. – С. 183-205. – DOI 10.17223/2312461X/34/12. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/covid-19-i-vaktsinatsiya-chipiruyut-ili-ubivayut/viewer> (дата обращения: 15.02.2023).
6. Молоканов, И.С. Проблемы антивакцинаторства [Электронный ресурс] / И.С. Молоканов // Инновационная наука. – 2019. – № 6. – С. 185-187. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-antivaktsinatorstva/viewer> (дата обращения: 16.02.2023).
7. Васильев, В.С. Иммунизация против натуральной оспы: история и перспективы [Электронный ресурс] / В.С. Васильев // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2009. – № 3(27). – С. 20-22. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19092076> (дата обращения: 12.04.2023).
8. Фишман, Л.Г. Антивакцинаторские настроения в России: уникальное мракобесие или выдающаяся постправда? [Электронный ресурс] / Л.Г. Фишман // Антиномии. – 2022. – Т. 22, вып. 2. – С. 62-72. – DOI 10.17506/26867206\_2022\_22\_2\_62. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antivaktsinatorskie-nastroeniya-v-rossii-unikalnoe-mrakobesie-ili-vydayuschayasya-postpravda/viewer> (дата обращения: 18.02.2023).
9. Чернова, Т.М. Оценка своевременности вакцинации против коклюша детей первого года жизни и причин нарушения графика прививок [Электронный ресурс] / Т.М. Чернова, В.Н. Тимченко, А.И. Педаш [и др.] // Журнал инфектологии. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 79-86. – DOI 10.22625/2072-6732-2021-13-2-79-86. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46652946> (дата обращения: 20.02.2023).
10. Герасимов, Г.А. Страшная сила [Электронный ресурс] / Г.А. Герасимов // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2016. – Т. 12, № 4. – С. 4-10. – DOI 10.14341/ket201644-10. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strashnaya-sila/viewer> (дата обращения: 21.02.2023).
11. Мац, А.Н. Антипривочный скепсис как социально-психологический феномен [Электронный ресурс] / А.Н. Мац, Е.В. Чепрасова // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2014. – № 5(78). – С. 111-115. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antiprivochnyy-skepsis-kak-sotsialno-psihologicheskij-fenomen/viewer> (дата обращения: 25.02.2023).
12. Иванова, А.Е. Антипрививочные настроения российской молодежи: основные причины и пути преодоления [Электронный ресурс] / А.Е. Иванова, С.А. Вангородская, В.Г. Семенова, Г.Н. Евдокушкина // Социальные аспекты здоровья населения. – 2022. – Т. 68, № 2. – С. 8. – DOI 10.21045/2071-5021-2021-68-2-8. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antiprivivochnye-nastroeniya-rossiyskoy-molodezhi-osnovnye-prichiny-i-puti-preodoleniya/viewer> (дата обращения: 26.02.2023).
13. Нетесов, С.В. Вакцины и антивакцинаторство [Электронный ресурс] / С.В. Нетесов // Новые технологии в акушерстве, гинекологии, перинатологии и репродуктивной медицине: Сборник трудов, программа III Международного конгресса, Новосибирск, 26-29 апреля 2017 года / под ред. Н.М. Пасман, М.Ю. Денисова. – Новосибирск: Клиника профессора Пасман, 2017. – С. 127-130. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32292600> (дата обращения: 28.02.2023).
14. Федеральный закон «Об иммунопрофилактике инфекционных болезней» от 17.09.1998 N 157-ФЗ [Электронный ресурс] // «Собрание законодательства РФ», 17.09.1998. – URL: <https://www.szrf.ru/szrf/doc.php?nb=100&issid=1001998038000&docid=279> (дата обращения: 02.03.2023).
15. Шапиро, Ю.В. Воспоминания о прожитой жизни [Текст] / Ю.В. Шапиро. – Москва, 2006. – 464 с.
16. Андреев, Ю.Ю. Адьюванты и иммуномодуляторы в составе вакцин [Электронный ресурс] / Ю.Ю. Андреев, А.П. Топтыгина // Иммунология. – 2021. – №6. – С. 721-725. – URL:

- <https://cyberleninka.ru/article/n/adyuvanty-i-immunomodulatory-v-sostave-vaksin/viewer> (дата обращения: 05.03.2023).
17. Немова, Н.М. Ртуть в рыбах: биохимическая индикация [Электронный ресурс] / Н.Н. Немова, Л.А. Лысенко, О.В. Мещерякова, В.Т. Комов // Биосфера. – 2014. – Т. 6, № 2. – С. 176-186. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rtut-v-rybah-biohimicheskaya-indikatsiya/viewer> (дата обращения: 05.03.2023).
  18. Снегова, Н.Ф. Прогнозирование эффективности вакцинации [Электронный ресурс] / Н.Ф. Снегова, С.М. Харит, В.К. Таточенко, М.П. Костинов // Педиатрическая фармакология. – 2010. – Т. 7, № 2. – С. 36-40. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-effektivnosti-vaktsinatsii/viewer> (дата обращения: 05.03.2023).
  19. Локтева, М.А. Мифы и факты о вакцинации: топ-10 мифов и их разоблачение [Электронный ресурс] / М.А. Локтева, Н.Е. Лебедев, М.В. Пешикова, О.В. Пешиков // Педиатрический вестник Южного Урала. – 2021. – № 2. – С. 33-45. – DOI 10.34710/Chel.2021.97.12.003. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47942533> (дата обращения: 07.03.2023).
  20. Медуницын, Н.В. Персональный и коллективный иммунитет при вакцинации [Электронный ресурс] / Н.В. Медуницын, Ю.В. Олефир, В.А. Меркулов, В.П. Бондарев // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2016. – Т. 16, № 4(60). – С. 195-207. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/personalnyy-i-kollektivnyy-immunitet-pri-vaktsinatsii/viewer> (дата обращения: 08.03.2023).
  21. Вакцинация – наиболее эффективный способ профилактики инфекционных заболеваний [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калужской области; официальный сайт. – URL: <http://40.rospotrebnadzor.ru/center/stats/145695/print/> (дата обращения: 09.03.2023).
  22. Брико, Н.И. Вакцинопрофилактика инфекционных заболеваний у взрослых [Электронные ресурсы] / Н.И. Брико, И.В. Фельдблюм, К.А. Субботина [и др.] // Журнал Инфектология. 2018. – №2. – С. 5-16. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-vaktsinoprofilaktiki-vzroslogo-naseleniya/viewer> (дата обращения: 10.03.2023).
  23. Брико, Н.И. Приверженность различных групп населения иммунопрофилактике: как изменить ситуацию? [Электронный ресурс] / Н.И. Брико, А.Я. Миндлина, Н.П. Галина [и др.] // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2019. – Т. 4, № 4. – С. 8-18. – DOI 10.23946/2500-0764-2019-4-4-8-18. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/priverzhennost-razlichnyh-grupp-naseleniya-immunoprofilaktike-kak-izmenit-situatsiyu/viewer> (дата обращения: 12.03.2023).
  24. Полибин, Р.В. Сравнительный анализ смертности от инфекционных болезней в Российской Федерации и некоторых странах Европы [Электронный ресурс] / Р.В. Полибин, А.Я. Миндлина, А.А. Герасимов, Н.И. Брико // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2017. – Т. 16, № 3(94). – С. 4-10. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-smernosti-ot-infektsionnyh-bolezney-v-rossiyskoy-federatsii-i-nekotoryh-stranah-evropy/viewer> (дата обращения: 18.03.2023).
  25. Мац, А.Н. Врачам об антипрививочном движении и его вымыслах в СМИ [Электронные ресурсы] / А.Н. Мац // Педиатрическая фармакология, 2009. – №6. – С. 15-22. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vracham-ob-antiprivivochnom-dvizhenii-i-ego-vymyslah-v-smi/viewer> (дата обращения: 15.04.2023).
  26. Рожкова, В.П. Психология общения врача с пациентом [Электронный ресурс] / В.П. Рожкова, А.В. Соколова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 5. – С. 568. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologiya-obscheniya-vracha-s-patsientom/viewer> (дата обращения: 10.04.2023).
  27. Хацкевич, А. Влияние СМИ на общественное мнение [Электронный ресурс] / А. Хацкевич // StudNet. – 2018. – Т. 1, № 1. – С. 6-8. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-smi-na-obschestvennoe-mnenie-1/viewer> (дата обращения: 11.04.2023).
  28. Зачем нужна вакцинация? [Электронный ресурс] // Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области; официальный сайт. – URL: <https://34.rospotrebnadzor.ru/content/274/10797/> (дата обращения: 21.04.2023).

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

УДК 556.388

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_87

*Б.И. Сынзыныс<sup>1</sup>, О.А. Момот<sup>1</sup>, Г.В. Лаврентьева<sup>2</sup>, В.А. Рощенко<sup>1</sup>, И.В. Романцова<sup>1</sup>*

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА  
ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ  
ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ В Г. ОБНИНСКЕ**

В статье приведены результаты оценки радиационной и химической опасности питьевой воды из родников в г. Обнинске с помощью расчётных методов оценки риска для здоровья. Рассмотрены разные сценарии потребления воды: вода отстаивалась на протяжении трех суток и употреблялась сразу после отбора. Установлены суммарная альфа- и бета-активность и активность радона в родниковой воде, проведён расчёт эффективной дозы облучения и оценка показателя пожизненного риска возникновения онкологических заболеваний у населения. Расчётным методом определён химический риск (для химических элементов, имеющих канцерогенную природу) и индекс опасности с учётом восемнадцати химических элементов, концентрация которых определялась в воде. Проведено сравнение радиационного и химического рисков для здоровья населения.

*Ключевые слова:* радиационный риск; химический риск; радон; альфа-активность; эффективная доза; индекс опасности; канцерогенный риск; коэффициент опасности.

*B.I. Synzynys, O.A. Momot, G.V. Lavrentyeva, V.A. Roshchenko, I.V. Romantsova*

**APPLICATION OF RISK ASSESSMENT TECHNOLOGY  
TO CHARACTERIZE RADIATION AND CHEMICAL HAZARDS  
WHEN DRINKING SPRING WATER IN OBNINSK**

The article presents the results of assessing the radiation and chemical hazards of drinking water from springs in Obninsk using computational methods for assessing health risks. Different scenarios of water consumption are considered: water was settled for three days and consumed immediately after selection. The total alpha and beta activity and radon activity in spring water were established, the effective radiation dose was calculated and the lifetime risk of cancer in the population was assessed. The calculated method determined the chemical risk (for chemical elements having a carcinogenic nature) and the hazard index, taking into account eighteen chemical elements, the concentration of which was determined in water. A comparison of radiation and chemical risks to public health was carried out.

*Key words:* radiation risk; chemical risk; radon; alpha activity; effective dose; hazard index; carcinogenic risk; hazard coefficient.

Руководящий документ Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ, Основные Нормы Безопасности, ОНБ-2014) декларирует, что преимущественное облучение среднестатистический человек на Земле получает от излучений радионуклидов, входящих в состав естественного радиационного фона (ЕРФ) [1]. Его величина составляет 2,4 мЗв в год на одного человека, но в разных регионах мира колеблется в очень широких пределах. Это связано с тем, что в зависимости от типа почв, наличия месторождений полезных ископаемых, прежде всего урановых руд, излучения каждого из 30 естественных радионуклидов дают разный вклад в дозу облучения человека. При этом общепризнанным является тот факт, что основной вклад в дозу облучения человека (до 53% от общей дозы облучения естественного фона) обеспечивает альфа-излучение радона, а также продуктов его распада [2]. Учитывая высокую опасность излучения радона для здоровья человека при его

вдыхании с воздухом, к настоящему времени выполнено большое количество работ, посвященных выявлению источников выделения радона, таких как почва, строительные материалы, подземные воды. Такие исследования ведутся в разных странах давно и активно [2]. Однако второй, и не менее важный тренд этих исследований в последние годы формируется в плане изучения особенностей поступления радона в организм человека с питьевой водой из подземных источников [3-6]. Предполагается, что излучения радона и продуктов его распада в питьевой воде могут приводить к возникновению патологий в желудке, кишечнике, крови и, возможно, в других органах. Не исключено и возникновение злокачественных новообразований за счёт внутреннего альфа- и бета-излучения продуктов распада радона [4].

Использование подземных вод в качестве источника питьевого водоснабжения, как централизованного, так и частного из родников, широко распространено в разных регионах России,

в том числе и в г. Обнинске Калужской области. Вся водопродовная вода в Обнинске добывается из скважин и поэтому может содержать растворенный радон и продукты его распада, которые сами по себе являются альфа- и бета-активными излучателями. К тому же в городе всегда были и есть любители родниковой воды, спрос на которую сильно повышается в жаркие месяцы года. Наряду с радиоактивными элементами в воде, поступающей из-под земли в виде ключей и родников, обязательно присутствуют растворенные ионы металлов, которые, как правило, формируют минеральный статус питьевой воды [7]. Некоторые из этих химических элементов даже в относительно малых концентрациях являются вредными (токсичными) для человека, а в родниковой воде их разнообразие может быть широко представлено. Если в питьевой воде одновременно присутствуют как радиоактивные, так и нерадиоактивные химические элементы, то резонно возникает вопрос, какие из них опаснее для человека и насколько. На этот вопрос можно ответить, если применить технологии оценки риска для здоровья, как радиационного, так и химического [8, 9]. Действительно, к настоящему времени разработаны расчётные технологии для определения риска, которые позволяют оценивать (а затем и сравнивать) степень опасности как ионизирующих излучений [9], так и химических веществ [10], в том или ином продукте питания или питьевой воде. Подобные оценки приведены в данной работе.

Цель данной работы – определение как радиационной, так и химической опасности питьевой воды из родников в городе Обнинске с помощью расчётных методов оценки риска для здоровья.

Объект и методы исследования.

Пробы воды на содержание радона и его дочерних продуктов отбирали из родника в глубоком овраге у стадиона «Труд» в г. Обнинске, по которому протекает река Репенка. Контрольные пробы воды отбирали из водопровода в г. Обнинске: на кафедре ядерной физики ИАТЭ НИЯУ МИФИ (редко используемый кран) и в квартире на улице Курчатова (часто используемый кран). Воду отбирали (под крышку) в пластиковые бутылки. Первый раз отбор проб воды производили в октябре 2021 г., второй раз отбор проб был выполнен в начале апреля 2022 г.

Объёмная активность радона в родниковой воде в г. Обнинске и его окрестностях измерялась на приборе Альфарад+ (НПП «Доза»), а также на радиометре «Мультирад» с использованием программного комплекса «Прогресс»

(производство НПП «Доза»). Подробнее процедура и временной интервал между отбором проб и началом ядерно-физических измерений представлены в следующих разделах статьи.

Параллельно отбирали пробы воды для элементного анализа на тяжёлые металлы. Химический анализ воды выполнялся в сертифицированной лаборатории ВНИИ радиологии и агроэкологии в день отбора проб. Для определения концентрации тяжёлых металлов в родниковой воде был использован атомно-адсорбционный метод, который реализовали во ВНИИРАЭ на атомно-адсорбционном спектрометре «ICP Kortek» (Австралия).

Алгоритм вычисления эффективной дозы облучения с соответствующими формулами, а также вычисления показателей радиационного и химического риска также представлены непосредственно в разделе с обсуждением результатов во избежание путаницы многочисленных формул.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили стандартными методами вариационной статистики с применением критерия Стьюдента. Определение альфа- и суммарной радиоактивности осуществляли в трех повторностях. В тексте и таблицах по умолчанию представлены средние значения и стандартные ошибки среднего.

#### **Оценка радиационного риска**

Осенью 2021 г. были проведены первые измерения объёмной активности радона в родниковой воде в г. Обнинске и его окрестностях на приборе Альфарад+ (НПП «Доза») [11]. Измеренные на тот период времени значения объёмной активности радона в воде варьировали от  $1,80 \pm 0,03$  (водопроводная вода) до  $400 \pm 105$  Бк/л – в воде из родника в овраге у стадиона «Труд» в г. Обнинске [12]. Этот родник очень популярен у жителей «старого» квартала города. По этим двум причинам вода данного родника была выбрана на предмет определения радиационной и химической опасности по критериям оценки канцерогенного риска. Контролем служила водопроводная вода, которая, как уже было отмечено, в Обнинске также добывается из-под земли.

Следующий этап исследования был проведён в апреле 2022 г. В этом случае измерения объёмной активности радона в воде были проведены на более совершенном радиометре «Мультирад» с использованием программного комплекса «Прогресс» (производство НПП «Доза») [13]. Объёмная активность радона в родниковой воде и водопроводной воде (квартира, ул. Курчатова) через 21 час после отбора составляет

33,1±7,1 Бк/л и 12,2±4,0 Бк/л, соответственно. Отметим, что рекомендуемое нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 предельное значение активности радона в воде равно 60 Бк/л. Это свидетельствует, что родниковая вода в г. Обнинске по этому показателю пригодна для питья.

Как известно, образующийся при распаде радия в недрах земли радиоактивный инертный газ радон растворяется в подземных водах и в родниках выходит на поверхность. При этом он также распадается с периодом полураспада 3,83 сут., испуская альфа-частицу и последовательно превращается в продукты своего распада, которые также являются альфа- и бета-радиоактивными. Эти излучения, в частности, называют суммарной альфа-активностью и по этому показателю соответствующие лаборатории санэпиднадзора обязаны регулярно отчитываться перед районными надзорными органами. Эти излучения измеряются на приборе УМФ-2000 (НПП «Доза») и были любезно предоставлены нам в лаборатории внешней дозиметрии ГНЦ РФ – ФЭИ. В случае пробы воды из родника показатель суммарной альфа-активности составил 0,07±0,09 Бк/л, а суммарной бета-активности 0,04±0,04 Бк/л. Основываясь на значениях этих показателей, определяли эффективную дозу ( $E$ ) внутреннего альфа и бета-облучения по формуле [14]:

$$E = A_W \cdot IR_W \cdot ID_F \cdot 2, \quad (1)$$

где  $E$  – эффективная доза, Зв/год;

$A_W$  – активность воды, Бк/л;

$IR_W$  – годовое потребление воды одним человеком из расчёта 2 л/сут (730 л);

$ID_F$  – фактор дозового эквивалента для активности, равный для альфа- и бета-излучений  $3,58 \cdot 10^{-7}$  Зв/Бк.

Риск развития онкологических заболеваний от внутреннего облучения определяли по формуле (2) [15, 16]:

$$Risk = E \cdot r_E \quad (2)$$

где  $Risk$  – величина риска, год<sup>-1</sup>;

$E$  – эффективная доза внутреннего облучения человека за 1 год, Зв/год;

$r_E$  – номинальный коэффициент пересчёта дозы в риск возникновения злокачественных новообразований, равный  $5,5 \cdot 10^{-2}$  Зв<sup>-1</sup>.

Следует отметить, что в расчётах по формулам [1] и [2] использован консервативный подход в оценках риска, когда человек в течение всей жизни пьёт именно эту воду именно с таким содержанием радона и продуктов его распада.

На основании анализа результатов определения суммарной альфа- и бета-активностей в воде, выдержанной после отбора на протяжении трех суток, а также результатов расчёта эффективной дозы облучения и радиационного риска приведены (табл. 1) можно заключить следующее.

Таблица 1 – Суммарная альфа- и бета-активности, эффективная доза облучения и радиационный риск

| Параметр                      | $A_W$ , Бк/л              | $E$ , Зв             | $Risk$               |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| $\Sigma$ $\alpha$ -активность | 0,07±0,09                 | $3,65 \cdot 10^{-5}$ | $2,01 \cdot 10^{-6}$ |
| $\Sigma$ $\beta$ -активность  | 0,04±0,04                 | $2,09 \cdot 10^{-5}$ | $1,15 \cdot 10^{-6}$ |
| Суммарный показатель          |                           | $5,74 \cdot 10^{-5}$ | $3,16 \cdot 10^{-6}$ |
| НРБ-99/2009                   | 0,2 (альфа)<br>1,0 (бета) | $1 \cdot 10^{-3}$    | $5 \cdot 10^{-5}$    |
| Рекомендуемые пределы ВОЗ     | 0,5 (альфа)<br>1,0 (бета) |                      | $1 \cdot 10^{-6}$    |

Значения суммарной как альфа-активности, так и бета-активности не превышают значений, рекомендованных Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) и НРБ-99/2009 в качестве предельно допустимых для питьевой воды. Рассчитанные по ним значения эффективной дозы облучения не превышают предельные значения, рекомендованные НРБ-99/2009. Учитывая рекомендации ВОЗ, наблюдается превышение рекомендованного значения пожизненного риска в 3 раза. Опираясь на рекомендации основополагающего российского документа в области радиационной безопасности НРБ-99/2009

рассчитанный показатель пожизненного риска не превышает величину  $5 \cdot 10^{-5}$ . Таким образом, родниковая вода в Обнинске пригодна для питья, учитывая изученные факторы.

В таблице 1 представлены результаты оценки радиационной опасности родниковой воды, используемой для питьевых нужд. Следует отметить, что полученные результаты характерны для родниковой воды, принесенной в домашние условия и выдержанной некоторое время (до 3-х суток) перед употреблением. Согласно полученным данным (табл. 1) канцерогенный риск



при употреблении такой воды незначителен. Однако подавляющее число людей, употребляющих родниковую воду, не дожидаются пока она отстоится, а употребляют практически сразу. В такой воде содержится определённое количество растворенного радона, который также представляет опасность для здоровья. Данные по оценке такой опасности представлены в таблице 2, в которой приведены показатели эффективной дозы облучения и радиационного риска

Таблица 2 – Объёмная активность радона, эффективная доза облучения и избыточный риск развития рака от действия альфа-излучения радона при пероральном поступлении

| Проба       | $A_w$ , Бк/л  | $E$ , Зв             | $Risk$               |
|-------------|---------------|----------------------|----------------------|
| Родник      | $33,06 \pm 7$ | $17,2 \cdot 10^{-3}$ | $9,50 \cdot 10^{-4}$ |
| Водопровод  | $12,17 \pm 4$ | $6,36 \cdot 10^{-3}$ | $3,50 \cdot 10^{-4}$ |
| НРБ-99/2009 | 60,0          | $1 \cdot 10^{-3}$    | $5 \cdot 10^{-5}$    |

Сравнивая данные полученные данные, представленные в таблице 1 и таблице 2, можно заключить, что доза облучения и канцерогенный риск от излучения самого радона более чем в 450 раз превышает таковые от действия продуктов распада радона. При этом отмечается превышение соответствующих нормативных показателей, декларируемых в НРБ-99/2009 [16].

#### Оценка химического канцерогенного риска и определение индекса опасности родниковой воды

Поскольку в родниковой воде наряду с радоном и продуктами его распада присутствуют разнообразные химические элементы, которые также в зависимости от их концентрации в воде могут оказывать токсическое и канцерогенное действие на организм человека, было проведено исследование содержания различных металлов в родниковой воде, расчёт их канцерогенного риска и индекса опасности (для не канцерогенов).

Следует отметить, что удельное содержание 18-ти химических элементов в родниковой воде, отобранной в сентябре 2021 г. и в апреле 2022 г. практически идентично, что свидетельствует о стабильности источника подземных вод данного родника. Для получения значений величины химического риска и индекса опасности была использована методология оценки риска от химического загрязнения окружающей среды, изначально разработанная Американским Агентством по охране окружающей среды (EPA US – Environmental Protection Agency USA) в 80-х годах прошлого века и адаптированная нами для оценки загрязнения подземных вод [17]. Были определены: химический риск ( $SF$ ) (для химических элементов, имеющих канцеро-

генную природу) и индекс опасности ( $RfD$ ). Индекс токсичности позволяет оценивать степень опасности всех зарегистрированных химических веществ, вызывающих соматические (неканцерогенной природы) заболевания у людей.

В таблице 3 представлены значения концентраций металлов в воде родника в апреле 2022 г., а также соответствующие каждому металлу показатели, необходимые для  $SF$  и  $RfD$ .

На первом этапе определения степени опасности как веществ, имеющих канцерогенное действие на человека (канцерогенный риск  $CR$ ), так и вызывающих соматические болезни (коэффициент опасности  $HQ$ ) вычислялась среднесуточная доза тяжёлых металлов, поступающих с водой в организм человека  $ADD$  (Average Daily Dose) по формуле (3) [17]:

$$ADD = \frac{C_w \cdot CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT \cdot 365}, \quad (3)$$

где  $ADD$  – среднесуточная доза тяжёлых металлов, поступившая в организм человека с водой, мг/(кг·день);

$C_w$  – концентрация металлов в воде, мг/л;

$CR$  – суточное потребление воды человеком, л/сут;

$ED$  – продолжительность воздействия, 30 лет;

$EF$  – частота приёма воды, 350 дней в году;

$BW$  – масса тела человека, 70 кг;

$AT$  – период усреднения экспозиции (70 лет для канцерогенов, 30 лет для неканцерогенов);

365 – количество дней в году.

Для неканцерогенных химических веществ (в нашем случае тяжёлых металлов) вычисляем коэффициент опасности  $HQ$  для каждого металла и суммарный индекс опасности  $HI$  по всем

веществам неканцерогенной природы, присутствующим в воде в определённых концентрациях (таблица 3):

$$HQ_i = \frac{ADD_i}{RfD_i}, \quad (4)$$

$$HI = \sum HQ_i, \quad (5)$$

где  $HQ_i$  – коэффициент опасности  $i$ -го химического элемента;

$HI$  – индекс опасности всех веществ не канцерогенной природы, присутствующих в данной пробе воды. Критерием относительной безопасности воды является показатель, когда  $HI$  меньше 1.

$ADD_i$  – среднесуточная доза  $i$ -го вещества;

$RfD_i$  – референтная доза  $i$ -го вещества; значения взяты из [17] и представлены в таблице 3.

В свою очередь канцерогенные риски оцениваются как возрастающая вероятность того, что у человека возникнет злокачественная опухоль (рак) того или иного органа из-за возможного канцерогена в течение его жизни.

Риск развития рака ( $CR$ ), обусловленный присутствием тяжёлых металлов в родниковой воде, рассчитывали для отдельного  $i$ -го элемента по формуле (6):

$$CR_i = ADD_i \cdot SF_i, \quad (6)$$

где  $CR_i$  – канцерогенный риск;

$ADD_i$  – среднесуточная доза поступления в организм человека с водой  $i$ -го металла; мг/(кг·день);

$SF_i$  – фактор наклона (канцерогенного потенциала) для  $i$ -го металла, [мг/(кг·день)]<sup>-1</sup>.

Таблица 3 – Металлы, их концентрация и расчётные значения  $ADD$ ,  $HQ$  и  $CR$

| №  | Вещество | C, мг/л              | RfD, мг/(кг·день) | ADD <sub>неканц</sub> , мг/(кг·день) | HQ      | SF, [мг/(кг·день)] <sup>-1</sup> | ADD <sub>канц</sub> , мг/(кг·день) | CR                   |
|----|----------|----------------------|-------------------|--------------------------------------|---------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 1  | Al       | $6,76 \cdot 10^{-2}$ | 1                 | $1,85 \cdot 10^{-3}$                 | 0,0019  |                                  |                                    |                      |
| 2  | As       | $1,90 \cdot 10^{-3}$ |                   |                                      |         | 1,5                              | $2,23 \cdot 10^{-5}$               | $3,35 \cdot 10^{-5}$ |
| 3  | Ba       | $4,91 \cdot 10^{-2}$ | 0,07              | $1,35 \cdot 10^{-3}$                 | 0,019   |                                  |                                    |                      |
| 4  | Ca       | $9,21 \cdot 10^1$    | 41,4              | 2,52                                 | 0,061   |                                  |                                    |                      |
| 5  | Cd       | $1,10 \cdot 10^{-3}$ | 0,0005            | $3,01 \cdot 10^{-5}$                 | 0,060   | 0,38                             | $1,29 \cdot 10^{-5}$               | $4,91 \cdot 10^{-6}$ |
| 6  | Co       | $4,40 \cdot 10^{-3}$ | 0,02              | $1,21 \cdot 10^{-4}$                 | 0,006   |                                  |                                    |                      |
| 7  | Cr       | $6,70 \cdot 10^{-3}$ | 0,005             | $1,84 \cdot 10^{-4}$                 | 0,037   | 0,62                             | $7,87 \cdot 10^{-5}$               | $4,88 \cdot 10^{-5}$ |
| 8  | Cu       | $1,27 \cdot 10^{-2}$ | 0,019             | $3,48 \cdot 10^{-4}$                 | 0,018   |                                  |                                    |                      |
| 9  | Fe       | $8,60 \cdot 10^{-3}$ | 0,3               | $2,36 \cdot 10^{-4}$                 | 0,00079 |                                  |                                    |                      |
| 10 | K        | $1,20 \cdot 10^1$    |                   |                                      |         |                                  |                                    |                      |
| 11 | Mg       | $2,66 \cdot 10^1$    | 11                | $7,29 \cdot 10^{-1}$                 | 0,066   |                                  |                                    |                      |
| 12 | Mn       | $5,30 \cdot 10^{-3}$ | 0,14              | $1,45 \cdot 10^{-4}$                 | 0,0010  |                                  |                                    |                      |
| 13 | Na       | $1,65 \cdot 10^1$    | 34,3              | $4,52 \cdot 10^{-1}$                 | 0,013   |                                  |                                    |                      |
| 14 | Ni       | $4,40 \cdot 10^{-3}$ | 0,02              | $1,21 \cdot 10^{-4}$                 | 0,0060  |                                  |                                    |                      |
| 15 | Pb       | $1,18 \cdot 10^{-2}$ | 0,0035            | $3,23 \cdot 10^{-4}$                 | 0,092   | 0,47                             | $1,39 \cdot 10^{-4}$               | $6,51 \cdot 10^{-5}$ |
| 16 | Sr       | $2,90 \cdot 10^{-1}$ | 0,6               | $7,95 \cdot 10^{-3}$                 | 0,013   |                                  |                                    |                      |
| 17 | Zn       | $2,30 \cdot 10^{-3}$ | 0,3               | $6,30 \cdot 10^{-5}$                 | 0,00021 |                                  |                                    |                      |
| 18 | Hg       | $2,10 \cdot 10^{-5}$ | 0,0003            | $5,75 \cdot 10^{-7}$                 | 0,0019  |                                  |                                    |                      |

Обработка экспериментальных и расчётных данных позволяет дать промежуточный итог данной работы. Индекс опасности развития соматических заболеваний ( $HI$ ) и суммарный риск развития рака ( $CR$ ) у человека равны 0,40 и  $1,52 \cdot 10^{-4}$ , соответственно. Предельное значение  $HI=1$  для питьевой воды для заболеваний неканцерогенной природы не превышено. В свою очередь пожизненный канцерогенный риск, определённый для всех тяжёлых металлов в родниковой воде, равен  $1,52 \cdot 10^{-4}$  и превышает величину приемлемого риска, рекомендованного ВОЗ ( $1 \cdot 10^{-6}$ ), почти в 150 раз.

#### **Заключение. Сравнение радиационного и химического рисков для здоровья при употреблении родниковой воды в г. Обнинске**

Пожизненный канцерогенный радиационный риск, обусловленный радиоактивностью растворенного в воде радона и продуктов его распада, оценивается значением  $9,5 \cdot 10^{-4}$ . Радон природный радиоактивный газ и на него не распространяются концепция приемлемого риска. При этом аналогичный риск канцерогенной природы от присутствующих в родниковой воде тяжёлых металлов составляет  $1,52 \cdot 10^{-4}$ . Это в 6 раз меньше риска от радиационного воздействия радона.

Риск развития раковых заболеваний от тяжёлых металлов в родниковой воде составил  $1,52 \cdot 10^{-4}$ . Этот показатель в 152 раза превышает значение приемлемого пожизненного риска, рекомендованного ВОЗ ( $1 \cdot 10^{-6}$ ). При этом рассчитанный индекс опасности для соматических заболеваний не раковой природы равен 0,40, то есть находится ниже уровня приемлемости (единица). Для полноты картины следует вспомнить об излучении трития, который также как естественный и техногенный радионуклид определялся ранее в водопроводной воде г. Обнинска (10 Бк/л). Риск от воздействия бета-излучения трития составляет  $2 \cdot 10^{-6}$ , то есть чрезвычайно

мал [15]. При этом также следует отметить, что в данной работе мы реализовывали консервативный сценарий оценки, учитывая следующее допущение: все жители г. Обнинска потребляют воду из родника у стадиона «Труд». Естественно, такой подход создает некоторую неопределённость в полученных результатах и окончательно утверждать о наличии полученного риска надо с некоторыми оговорками. При этом необходимо понимать, что, учитывая заданные допущения, действительный риск реального употребления родниковой воды с радонном будет меньше расчётного.

#### Список литературы:

1. Сынзыныс, Б.И. Об основных нормах безопасности МАГАТЭ (ОНБ-2011). Методическое пособие по курсу «Безопасность жизнедеятельности» / Б.И. Сынзыныс, Т.В. Мельникова, О.А. Момот, Г.В. Лаврентьева, А.А. Удалова. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ. – 2014. – 32 с.
2. Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. UNSCEAR 2019 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. – United Nations, New York, 2020.
3. Auvinen, A. Radon and other natural radionuclides in drinking water and risk of stomach cancer: A case-cohort study in Finland / A. Auvinen, I. Salonen, P. Kurtio [et al.] // International J. of Cancer. – 2005. – Vol. 114. – P. Doi: 10.1002/ijc.20680.
4. Opoku, Ntim Irene. Risk assessment of radon in some bottled water on the Ghanaian market / Opoku Ntim Irene, Owiredo Gyampo, Ata Bentil Andam // Environ Res. Commun. – 2019, 1, 105001. – <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab4564>.
5. Чаславскы, М. Радон в подземных водах как источник риска для здоровья населения / М. Чаславскы, П. Данихелка, Л. Кржиж, Я. Суханкова, И.С. Пашковский // Геоэкология. Инженерная экология. Гидрогеология. Геокриология. – 2010. – №3. – С. 270-275.
6. A Citizen's Guide to Radon // U.S. Environmental Protection Agency. – 2009.
7. Руководство по обеспечению качества питьевой воды / Всемирная организация здравоохранения. – 2007. – 628 с.
8. Сынзыныс, Б.И. Техногенный риск и методология его оценки: Учебное пособие по курсу «Техногенные системы и экологический риск» / Б.И. Сынзыныс, Е.Н. Тянтова, О.А. Момот, Г.В. Козьмин. – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – 76 с.
10. Рекомендации Р 52.18.787-2013 «Методика оценки радиационных рисков на основе данных мониторинга радиационной обстановки». – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2014. – 108 с.
11. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под общ. ред. Г.Г. Онищенко. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
12. Комплекс измерительный для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов «Альфарад плюс. Руководство по эксплуатации / БВЕК 590000.001 РЭ. – 2021. – 81 с.
13. Yeboach, Knight Anokwah Radon in underground water (spring water) around Obninsk / Knight Anokwah Yeboach, V.A. Roshchenko, I.V. Romantsova, B.I. Synzynys // AtomFuture-2021. – P. 175-178. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2021.
14. Голубев, С.С. Установки спектрометрические МКС-01А «Мультирад. Описание типа средств измерений / С.С. Голубев. – Москва, 2018. – 11 с.
15. Karahan, G. Environmental impact assessment of natural radioactivity and heavy metals in drinking water around Akkuyu Nuclear Power Plant in Mersin Province / G. Karahan, H. Taskin, E. Kapdan, Y.Z. Yilmaz // Turkish J. Chem. – 2018. – V.42. – P. 735-747. – Doi:10.3906/kim-1710-83.
16. Момот, О.А. Оценка риска для здоровья при употреблении питьевой воды, содержащей малые количества оксида трития / О.А. Момот, Б.И. Сынзыныс // Вестник Калужского университета. – 2017. – №2. – С. 96-100.

17. НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы.
18. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.

<sup>1</sup>Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Обнинск, РФ

<sup>2</sup>Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, РФ

УДК 574.4:613.94

DOI 10.54072/18192173\_2023\_2\_94

*Р.А. Магомедов, А.А. Везеничева, О.И. Абрахманова***ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Знание факторов, влияющих на состояние здоровья человека, является основой науки – валеологии. Новая интегративная дисциплина «валеология», возникла в конце XX века на фоне дегенерирующих процессов в обществе. По мнению большинства учёных, физическое здоровье человека на 50% зависит – от образа жизни человека, на 20% – от экологических факторов, на 20% – от генетических особенностей и на 10% – от развития медицины. По прогнозам в будущем влияние экологии может измениться и возрасти до 50%.

Экологические факторы, оказывающие воздействие на здоровье человека, классифицируются на две группы: абиотические – факторы неживой природы (физические и химические, например, температура, влажность и освещённость); биотические – факторы живой природы (например, активность хищников или работа азотфиксирующих бактерий).

*Ключевые слова:* здоровье человека; природные экологические факторы; физические и химические факторы; температура, влажность и освещённость; скорость воздуха; лучистое тепло; атмосферное состояние среды; атмосферное давление; электрическое состояние среды; радиационный фон; погода; воздействие на самочувствие человека; неизученные заболевания; причины появления заболеваний.

*R.A. Magomedov, A.A. Vezenicheva, O.I. Abrakhmanova***THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON HUMAN HEALTH**

Knowledge of the factors influencing the state of human health is the basis of the science of biology. A new integrative discipline, valeology, emerged at the end of the 20th century against the background of degenerating processes in society. According to most scientists, the physical health of a person depends by 50% on a person's lifestyle, by 20% on environmental factors, by 20% on genetic characteristics and by 10% on the development of medicine. According to forecasts, the environmental impact may change in the future and increase by up to 50%.

Environmental factors affecting human health are classified into two groups: abiotic – factors of inanimate nature (physical and chemical, for example, temperature, humidity and illumination); biotic – factors of wildlife (for example, the activity of predators or the work of nitrogen-fixing bacteria).

*Key words:* human health; natural environmental factors; physical and chemical factors; temperature, humidity and illumination; air velocity; radiant heat; atmospheric state of the environment; atmospheric pressure; electrical state of the environment; radiation background; weather; impact on human well-being; unexplored diseases; causes of diseases.

К факторам неоднозначного значения можно отнести – физико-химической природы, которые определяют процессы жизнедеятельности человека. К ним относятся температура, влажность, скорость воздуха, лучистое тепло, атмосферное состояние среды, атмосферное давление, электрическое состояние среды, радиационный фон, погода, химический состав воздуха и т.д.

В нашем мире на здоровье человека всё большее влияние оказывают разные свойства и качества факторов окружающей среды. Около 85% всех заболеваний в современном мире связано с неблагоприятными условиями окружающей среды, вызванными в результате повседневной, производственной деятельности человека. На сегодняшний день в мире появляются всё новые неизученные заболевания, причины появления, которых не удается установить. Также некото-

рые болезни подвергаются изменениям, что приводит к затруднениям при лечении больных людей. Поэтому сейчас очень остро стоит проблема «Здоровье человека и окружающая среда».

Рассмотрим подробно несколько основных факторов окружающей среды, влияющих на здоровье людей:

**1. Климатические факторы**

В повседневной жизни человека погодные условия оказывают огромное влияние на самочувствие и работоспособность человека. Наиболее распространенными факторами оказывающие воздействие на самочувствие человека являются изменения атмосферного давления и электромагнитного поля. Также могут оказывать влияние изменения влажности воздуха, осадки в виде дождя или снега, сильные ветра и т.д. Под данным воздействием могут появиться головные

боли, обострение заболеваний суставов, перепады артериального давления. Например, если температура воздуха значительно уменьшилась, то человеку необходимо принять меры, предотвращающие переохлаждение организма. Иначе повышается вероятность заболеть острыми респираторными заболеваниями. Однако не все погодные изменения влияют на организм человека. Если человек здоровый, имеет крепкий иммунитет, то привыкание организма с новыми условиями произойдёт быстро. С другой стороны, человек, имеющий ослабленный организм, реагирует на изменения погоды, которые могут вызвать боли и недомогание.

## 2. Химические факторы

Производственная детальность людей сопровождается выделением в атмосферу выбросов загрязняющих веществ. Химические вещества попадают вместе с осадками в почву, воду, а затем в организм человека посредством употребления загрязненной пищи и воды, вдыхания воздуха, насыщенного вредными элементами. В результате в организме накапливаются токсические вещества, которые могут вызвать головокружение, тошноту и т.д. Однако, если в организм человека токсические вещества поступают регулярно, то возможно развитие хронического отравления, сопровождающегося быстрой утомляемостью, сонливостью, апатией, нарушением внимания.

## 3. Биологические факторы

В окружающей среде присутствует разнообразие вирусов, бактерий и других микроорганизмов, являющимися источниками заболеваний человека. Поэтому для профилактики заболеваний необходимо соблюдать правила гигиены: мыть руки перед едой и продукты перед употреблением, кипятить питьевую воду, обрабатывать кожу в случае повреждения.

## 4. Питание

Пища является одним из главных источников для поддержания нормальной жизнедеятельности человека. Поэтому от качества пищи, получаемой из внешней среды, зависит состояние здоровья человека и его общее развитие. Так по данным многочисленных исследований учёные пришли к выводу, что для поддержания физиологических процессов организма на должном уровне необходимо поддерживаться сбалансированного питания. Общее содержание белковых соединений, углеводов, жиров, микроэлементов и витаминов, поступающих в организм

человека, должно соответствовать норме. Иначе возникают условия для развития заболеваний сердечно – сосудистой системы, пищеварительных каналов, нарушение обменных процессов.

Наиболее распространенными заболеваниями на сегодняшний день являются ожирение, сахарный диабет, гипертоническая болезнь, заболевания сосудов и сердечной мышцы, предпосылками возникновения которых могут быть переедание продуктов, содержащих углеводы и жиры в больших количествах. Также употребление продуктов, содержащих ГМО, в составе которых повышенные концентрации вредных веществ, приводит к ухудшению общего состояния здоровья и к развитию раковых клеток.

## 5. Воздух

Атмосферный воздух является один из главных элементов окружающей нас среды, поддерживающих существование живых организмов на планете. Если в воздухе содержатся вредные вещества, то при контакте с поверхностью кожи или слизистой оболочкой человека, они глубоко проникают в организм. Однако наиболее опасным считается ингаляционный путь поступления загрязняющих веществ в организм человека. Так как приводит к развитию бронхитов и астмы. Наряду с органами дыхания, загрязнители поражают органы зрения и обоняния, а воздействуя на слизистую оболочку гортани, могут вызвать спазмы голосовых связок.

Например, вдыхание воздуха в течение непродолжительного времени, в котором присутствуют выхлопы автомобильного транспорта, увеличивает риск получения ишемической болезни сердца. Выбросы предприятий, сжигающих уголь, насыщают воздух крошечными частицами загрязнений, способны вызывать повышение свёртываемости крови и образование тромбов в кровеносной системе человека.

Нами проведено исследование влияния экзогенных (природных факторов из окружающей среды) и эндогенных факторов на здоровье человека. В исследовании участвовало 500 человек, из разных областей России.

Среди участников были мужчины и женщины в возрасте от 18 до 70 лет.

На диаграмме 1 показана зависимость влияния различных экологических факторов на определённое количества людей.

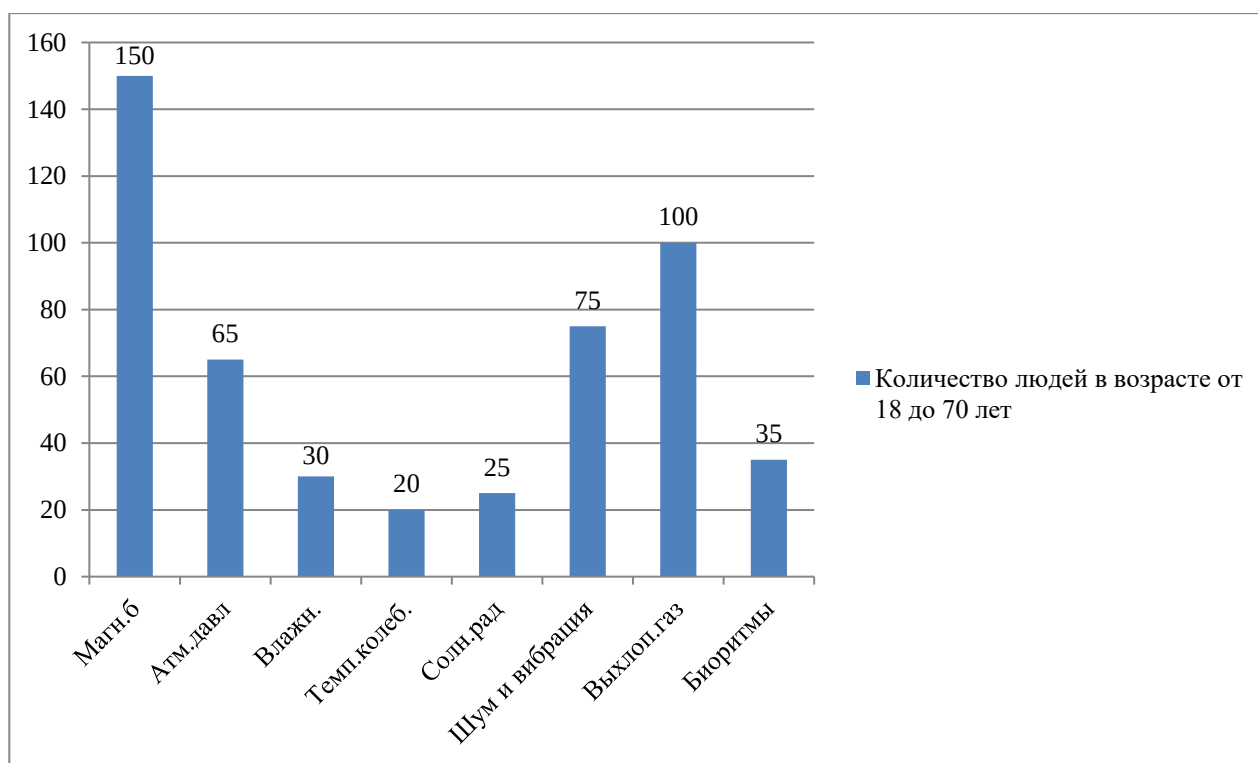


Диаграмма1 – Зависимость влияния различных природных факторов на количество людей

Мы провели исследования путём анкетирования воздействия различных экологических факторов, на их здоровье и жизнедеятельность. По данным нашего исследования можно сделать следующие выводы.

#### **Магнитные бури**

Это временное возмущение магнитосферы Земли, вызванное ударной волной солнечного ветра и/или облаком магнитного поля, которое взаимодействует с магнитным полем Земли.

Благодаря исследованиям было установлено, что во время солнечной активности при колебаниях магнитного поля замедляется капиллярный кровоток и наступает кислородное голодание тканей. кровь начинает густеть. Из-за этого ухудшается её кислородный обмен, на который в первую очередь начинают реагировать мозг и нервные окончания. Именно поэтому магнитные бури вызывают у человека мигрени, бессонницу, перепады давления и плохое самочувствие.

Влияние на здоровье магнитных бурь не всегда проходит бесследно. Здоровые люди с большей легкостью переносят возмущения геомагнитного поля. А вот несчастным, имеющим хронические болезни, приходится несладко. Солнечная активность наносит удар по самым слабым местам. Заболевания могут обостриться, а если человек находится в плохом настроении, то он рискует заполучить затяжную депрессию.

Магнитные бури нередко сопровождаются головными болями, мигренями, учащенным сердцебиением, бессонницей, плохим самочувствием, пониженным жизненным тонусом, перепадами давления.

В группе риска находятся также кардиобольные и люди, страдающие избыточным весом. Даже за несколько дней до начала бури и в течение нескольких суток после неё, возрастает риск увеличения инфарктов, инсультов, гипертонических кризов и стенокардии.

Из обследуемых 150 человек отметили воздействие магнитных бурь со следующими жалобами: на повышенное или пониженное давление, головные боли, упадок сил, учащение сердцебиения, бессонницу.

#### **Атмосферное давление**

Это давление атмосферы, действующее на все находящиеся в ней предметы и на земную поверхность, равное модулю силы, действующей в атмосфере, на единицу площади поверхности.

Для нормальной жизнедеятельности организма необходимо, чтобы атмосферное давление составляло не менее 750 мм. рт. столба. При изменении атмосферного давления хотя бы на 10 мм происходит негативное воздействие на деятельность органов и систем органов человека.

Человек, находясь в области повышенного давления, например, в горах, взлете самолета,

нередко испытывает боль в ушах и даже во всём теле. Наружное давление резко понижается и воздух внутри организма, начинает расширяться, производит давление на различные органы и вызывает боль.

65 человек отметили воздействие повышенного и пониженного атмосферного давления, жалобами на боли различных частях тела, на скачки давления, аритмии, внутриполостное давление, как будто распирает.

Первыми, кто ощущает, снижение атмосферного давления в воздухе ощущают люди с пониженным артериальным давлением – гипотоники и люди, имеющие заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Самыми распространенными симптомами являются общая слабость, затрудненный вдох, чувство нехватки воздуха, возникает одышка. Наиболее сильно ощущают снижение атмосферного давления люди, имеющие повышенное внутричерепное давление. У них обостряются приступы мигрени. Изменения претерпевает пищеварительный тракт – появляется дискомфорт в кишечнике, за счёт повышенного газообразования.

### **Влажность воздуха**

Это количество содержащегося в нём водяного пара. Масса водяного пара в единице объёма воздуха (обычно в г/м<sup>3</sup>) называется абсолютной влажностью.

Повышенная влажность (более 85%) затрудняет теплообмен между организмом человека и внешней средой из-за уменьшения испарения пота с поверхности кожи. Чем больше влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела, который как минимум влечёт за собой вялость и тошноту, а как максимум, потерю сознания, сердечные приступы, кислородное голодание мозга.

Недостаточная влажность воздуха (менее 20%) также оказывает негативное влияние на здоровье человека из-за интенсивного испарения влаги с поверхности слизистых оболочек дыхательных путей, что может привести к их пересыханию и растрескиванию, а затем и загрязнению болезнетворными микроорганизмами. При таком уровне влажности даже здоровые люди испытывают ощущение сухости в носоглотке, «резь» в глазах, может начаться носовое кровотечение. Особенно опасен слишком сухой воздух для больных бронхиальной астмой, у них наблюдается общее ухудшение самочувствия, возможны приступы.

30 человек отмечали влияние влажности воздуха следующими жалобами на вялость и тошноту. ощущение сухости в носоглотке, «резь» в глазах.

### **Температурное колебание**

Это случайные отклонения частиц от их среднего состояния под влиянием температуры.

Большое воздействие на человека оказывает не только фактическая температура воздуха, но и её межсуточная изменчивость. Изменение среднесуточной температуры воздуха на 1-2°C считается слабым, на 3-4°C – умеренным, более чем на 4°C – резким. Субъективное ощущение климатического комфорта связано с уровнем активности человека, температурой излучения и др. Кроме того, влияние температуры воздуха на организм человека зависит и от влажности воздуха. При одной и той же температуре изменение содержания водяного пара в приземном слое может оказать значительное воздействие на состояние организма.

По сравнению с естественными колебаниями температуры воздуха диапазон температур, в котором человеческий организм чувствует себя комфортно, значительно уже. При температуре тела, выходящей за пределы 26-40°C, возможны необратимые процессы в организме. Наиболее комфортные условия наблюдаются при температуре воздуха 16-18°C и относительной влажности 50%. При повышении влажности воздуха, препятствующей испарению с поверхности тела человека, тяжело переносится жара и усиливается действие холода.

Восприятие температуры индивидуально. Одним людям комфортно при холодных морозных метеоусловиях, а другим – при теплых и сухих. Это зависит от физиологических и психологических особенностей человека

Изучая температурные колебания 20 человек отметили, дискомфорт, колебание артериального давления, головные боли.

### **Солнечная радиация**

Это электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца.

Солнечная радиация – это излучение Солнца, которое распространяется в виде электромагнитных волн со скоростью света и проникает в земную атмосферу. Солнечная радиация – главный источник энергии для всех физико-географических процессов, происходящих на земной поверхности и в атмосфере, является источником тепла и света. Всего Земля получает от Солнца менее одной двухмиллиардной его излучения. Основную массу солнечной радиации, проходящей сквозь атмосферу Земли, составляют: ультрафиолетовые невидимые лучи, световые лучи



и инфракрасные невидимые лучи. Ультрафиолетовое излучение вызывает в основном фотохимический эффект, инфракрасное – тепловой, а световые лучи дают общую освещённость территории. Гамма-лучи, рентгеновские лучи и часть ультрафиолетовых лучей не доходят до поверхности Земли, так как поглощаются в стратосфере и рассеиваются в пространстве при помощи водяных паров и озонового слоя, в частности.

Негативное воздействие солнечной радиации. Негативное воздействие солнечной радиации обычно проявляется в трёх видах:

1. Ожоги. Наиболее активна в физиологическом отношении ультрафиолетовая часть солнечного спектра. Человеческая кожа воспринимает 97-99% ультрафиолетовых лучей, которые проникают в кожу на 0,05-0,5 мм, вызывая при умеренных дозах загар. Длительное воздействие солнечной радиации на организм человека может привести к появлению на коже солнечных ожогов. К профилактическим мерам относится смазывание открытых участков кожи специальными кремами, обладающими высоким коэффициентом защиты.

2. Солнечная слепота. Ею можно заболеть не только когда долго смотришь на солнце, но и когда смотришь на снег, воду или предметы, отражающие световые лучи. Травмирование сетчатки глаза солнечной радиацией вызывает мучительную резь, ощущение, будто под веки попало много песка. Наступает слепота, которая при своевременном лечении практически бесследно проходит в течение 5-7 дней. Для предохранения глаз необходимо иметь солнцезащитные очки. В случае отсутствия очков можно временно использовать картонную ленту с прорезями, повязку из марли и прочие элементы защиты глаз.

3. Солнечный и тепловой удар. Солнечный удар поражает тех, кто проводит много часов подряд под палящими лучами солнца с непокрытой головой. Происходит разогревание мозговых оболочек. Тепловой удар возникает из-за перегревания организма, которое выражается в усиленном теплообразовании при недостаточной теплоотдаче. Накапливающееся в организме тепло отрицательно влияет на функцию центральной нервной системы. Развивается кислородное голодание. Повышается вязкость крови, нарушается кровообращение.

При длительном нахождении под солнцем 25 человек отметили следующие жалобы: на ультрафиолетовое воздействие на кожу, в виде ожога, общую слабость, головные боли и головокружение)

### **Шум и вибрация**

Это то механические колебания, распространяющиеся в газообразной и твёрдой средах. Шум и вибрация различаются между собой частотой колебаний. Механические колебания, распространяющиеся через плотные среды с частотой колебаний до 16 Гц. (герц – единица измерения частоты равная 1 колебанию в секунду), воспринимаются человеком как сотрясение, которое принято называть вибрацией.

Под воздействием вибрации в организме человека наблюдается изменение сердечной деятельности, нервной системы, спазм сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению их подвижности. Длительное воздействие вибраций приводит профессиональному заболеванию – вибрационной болезни. Она выражается в нарушении многих физиологических функций человека. Эффективное лечение возможно только на ранней стадии заболевания.

Шум в определённых условиях может оказывать значительное влияние на здоровье и поведение человека. Шум может вызывать раздражение и агрессию, артериальную гипертензию (повышение артериального давления), тиннитус (шум в ушах), потерю слуха. При чрезмерном уровне шум влияет на орган слуха, центральную нервную систему и сердечно-сосудистую систему.

По результатам исследования 75 человек под воздействием шума и вибрации отметили следующие жалобы: на раздражительность, утомление, снижение работоспособности, головные боли, боли в суставах, повышенное сердцебиение, раздражение и повышенное артериальное давление.

### **Выхлопные газы**

Это отработавшее в двигателе рабочее тело.

При постоянном воздействии выхлопных газов на организм может развиваться иммунодефицит, бронхиты, страдают сосуды головного мозга, нервная система и другие органы. Кроме того, большая часть токсичных веществ, входящих в состав выхлопных газов, может взаимодействовать друг с другом и с другими компонентами атмосферы, что способствует образованию смога.

Этилированные бензины обогащают воздух свинцом. Количество таких выхлопных газов и вред здоровью, который они наносят, сделало свинец одним из самых известных отравляющих компонентов в атмосфере. В настоящее время такой бензин в качестве топлива для автомобилей уже не используется, но довольно долго его пары наполняли все крупные города. Углеводороды в выбросах автомобилей окисляются

при попадании под действие солнечных лучей и образуют токсичные соединения с резким запахом, которые особенно сильно сказываются на работе верхних дыхательных путей и приводят к обострениям хронических заболеваний дыхательной системы. Вред от выхлопных газов автомобиля во многом объясняют канцерогены – сажа и бензопирен, которые способствуют развитию опухолей, особенно – злокачественных.

В процессе исследований 100 человек предъявили жалобы на плохую переносимость, загазованности автомобильными выхлопами с проявлением следующих симптомов: кашель, обострения заболеваний дыхательных путей, одышку, головные боли, аллергические проявления, боли за грудиной.

### **Биоритмы**

Это закономерные периодические изменения физиологии или поведения организмов при смене времени суток, сезонов года, приливов и отливов, лунных фаз и т.п.

Одно из фундаментальных свойств живой природы и живого организма – это цикличность большинства происходящих в них процессов.

В природе постоянно меняются времена года, происходит нарастание или уменьшение солнечной активности, смена дня и ночи, периодичность приливов и отливов. В живых организмах чередуются периоды сна и бодрствования, активности и спада работоспособности и т.д.

Равномерное чередование во времени, каких-либо состояний организма называется биологическим ритмом.

Биологический ритм – один из механизмов, который позволяет организму приспосабливаться к меняющимся условиям среды. Эти условия, повторяющиеся в определённом ритме, воздействуют на наш организм.

Задумывались ли вы над тем, почему люди чувствуют себя бодрее в определённое время дня, года, почему одни люди до глубокой старости сохраняют высокую работоспособность и ум, а другие увядают в молодости?

В результате различных исследований учёные пришли к выводу: все мы обладаем «внутренним механизмом», способным измерять время. Между ритмом жизни и здоровьем есть прямая и тесная связь, которую можно сформулировать так:

Ритм – это бодрость и высокая работоспособность, нарушения ритма – нездоровье.

35 человек предъявили жалобы следующего характера: при изменении биоритмов: страдают бессонницей, апатией, усталостью, пониженным настроением, подорвано психическое равновесие и плохая работоспособность.

На диаграмме 2 показаны частые симптомы влияния природных факторов на здоровье человека.

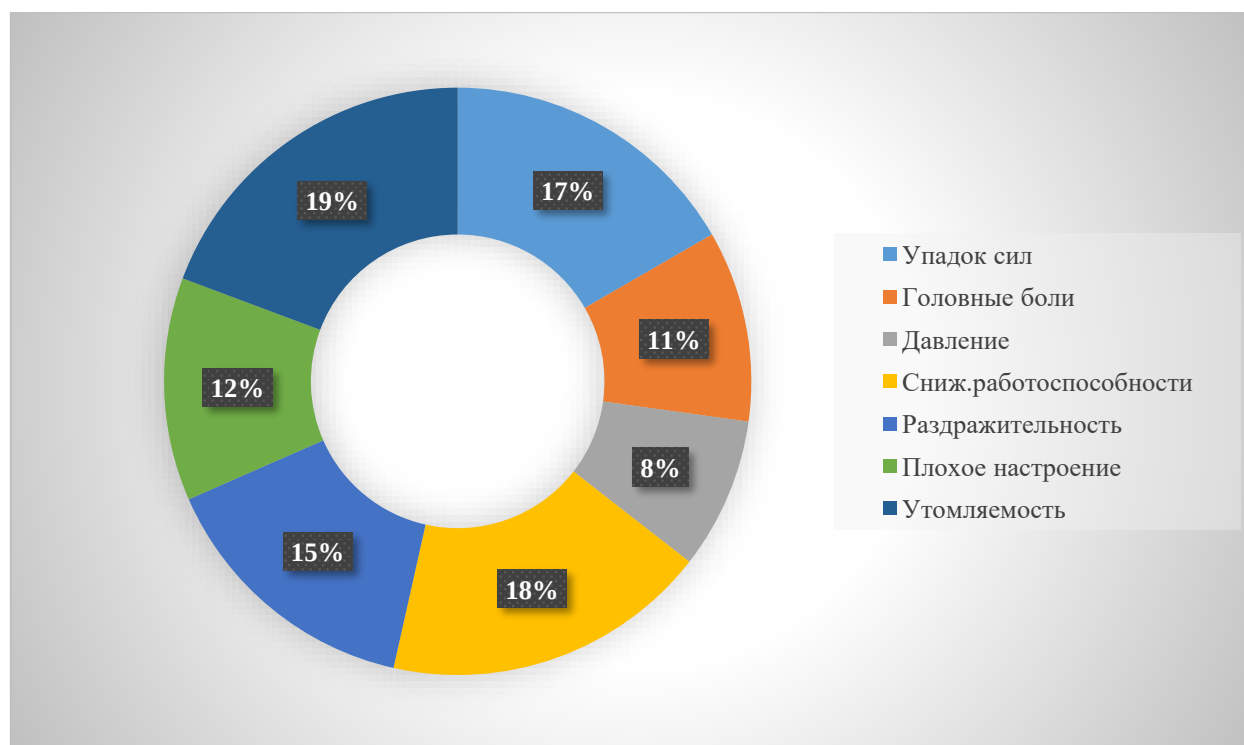


Диаграмма 2 – Частые симптомы, возникающие под влиянием факторов окружающей среды.

Какой бы совершенной ни была медицина, она не может избавить от всех болезней. Человек — сам творец своего здоровья.

Здоровье человека напрямую зависит от питания. Для нормальной работы нашего организма необходимо сбалансированное питание и исключение вредных продуктов из рациона. Пища влияет на состояние и цвет кожи, на работу ЖКТ, сердечно-сосудистую систему, на общее состояние, позволяет поддерживать хорошее настроение и работоспособность, или наоборот, может сильно ухудшить самочувствие. Поэтому очень важно уделять внимание своему рациону.

**Питание** является одним из важных факторов здоровья человека, обеспечивая адекватный рост и развитие в детском возрасте, высокую работоспособность взрослого населения и активное долголетие пожилых и старых людей. Оно обеспечивает человека энергией и веществами, из которых строится организм и которые, регулируют обменные процессы, рост, восстановление жизнедеятельности. Поистине, человек есть то, что он ест.

Человеческий организм нуждается более чем в 40 незаменимых питательных элементах, которыми он сам себя обеспечить не в состоянии и поэтому должен получать извне. Существует сложная взаимосвязь и взаимозависимость между веществами, поступающими в организм с пищей. Например, для строительства костей и поддержания их жизнедеятельности необходим кальций. В свою очередь, кальций может усваиваться в организме только при наличии витамина D. Чтобы кальций выполнял свою функцию, требуется фосфор и магний, они действуют только в присутствии меди и цинка.

Потребности человека в питательных веществах нередко определяются его наследственными особенностями, поэтому набор пищевого рациона одного человека может не подходить другому. Например, страдающим от высокого артериального давления (часто передающегося по наследству) рекомендуется сокращать до минимума потребление соли, а для тех, у кого давление нормальное и пониженное, соленая пища менее вредна.

Важно иметь в виду, что нет хороших и плохих продуктов. Все они в различной степени обладают питательной ценностью. Нет и идеальной пищи. Важно не то, что мы едим, а сколько, когда и как сочетаем продукты. Правильное питание помогает организму максимально реализовать свой наследственный потенциал.

Известно, что потребляемая пища должна покрывать расход энергии, т.е. способствовать

поддержанию энергетического баланса. Важным показателем соответствия режима жизни физическому развитию человека служит постоянство показателя массы тела. Систематическое переедание приводит к нарушению обменных процессов в организме, различным заболеваниям. Завтраки, обеды и ужины в одно и то же время способствуют ритмичной работе желудочно-кишечного тракта и лучшему усвоению пищи. Частота приёма пищи индивидуальна, но не реже трех раз в сутки.

Кроме того, для восстановления затрат на пищеварение требуется дополнительный сон, течение которого часто нарушается. Желая похудеть лучше есть понемногу, но чаще. Следует помнить, что насыщение наступает через 20-30 минут, когда механорецепторы желудка дают сигнал обратной связи. Жевать каждый кусок рекомендуется 20-40 раз, не торопясь. Наибольшая биологическая активность печени отмечается в первой половине дня, поэтому в это время рекомендуется отдать предпочтение мясной и жирной пище, а во второй половине — растительной и молочной.

В заключении хочется сделать вывод, что физическая культура и спорт помогают человеческому организму бороться с влиянием негативных факторов окружающей среды. Кроме этого, очень важен рацион питания и контроль ПДК вредных веществ. Воздействие экологических факторов на организм человека не всегда является негативным. Некоторые факторы напротив, могут принести положительные последствия. Например, умеренное воздействие ультрафиолетовых лучей, свежий воздух — помогают укрепить организм человека.

В оптимальных значениях эти факторы могут иметь закалывающее и тонизирующее действие на организм (например, температурное).

Однако за пределами этих значений полезный эффект теряется, и они могут начать вредить здоровью спортсменов, способствовать ухудшению их физической формы и спортивных результатов. Чтобы предотвратить такое влияние, следует нормализовать значения этих факторов в местах занятий физической культурой и спортом. Другие факторы включают: здоровое питание, биоритмы и здоровый образ жизни. Правильный рацион человека должен состоять из экологически чистых продуктов, в состав которых входят такие биохимические вещества, как белки, жиры и углеводы. Сейчас многие продукты содержат вещества, которые не совсем являются пригодными к употреблению. Но они не превышают ПДК (предельно допустимую

концентрацию) вредных веществ, поэтому считаются безопасными.

Важно знать о том, что может нанести вред организму и как эти все рассмотренные экологические факторы влияют на организм не индивидуально, а комплексно. Соответственно, каждая реакция организма вызвана множеством факто-

ров. При этом интенсивность влияния выявляется синергетическим подходом, поскольку между самими факторами происходят различные взаимодействия. Поэтому необходимо четко понимать, что для хорошего здоровья важно учитывать влияние всех рассмотренных факторов.

*Список литературы:*

1. Алексеева, Т.И. Экология человека. Учебное пособие / под ред. Т.И. Алексеевой, А.И. Козловой. – Москва: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 300 с.
2. Голиков, Р.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) [Электронный ресурс] / Р.А. Голиков, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, В.А. Штайгер // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20-31. – URL: <https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=1031> (дата обращения: 28.05.2023).
3. Экология человека. Терминологический словарь / под ред. Б.Б. Прохорова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005 – 476 с.
4. Рагульская, М.В. Системный анализ информационного управления откликом организма человека при воздействии различных факторов внешней среды / М.В. Рагульская // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2007. – № 6. – С. 64-71.
5. Смагулов, Н.К. Роль факторов окружающей среды в формировании уровня здоровья населения [Электронный ресурс] / Н.К. Смагулов, Г.Н. Ажиметова // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11-1. – С. 57-60. – URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=4416> (дата обращения: 28.05.2023).
6. Жусупбекова, М.К. Экологические проблемы и здоровье человека [Электронный ресурс] / М.К. Жусупбекова, А.А. Сейлханов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-3. – С. 447-449. – URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34911> (дата обращения: 28.05.2023).
7. Чибисов, С.М. Влияние большой рекуррентной магнитной бури 22 сентября 1984 года на функциональное состояние сердца здоровых животных / С.М. Чибисов // Бюллетень «Солнечные данные». – 1987. – №6. – С. 88-89.
8. Чибисов, С.М. Космос и биосфера: влияние магнитных бурь на хроноструктуру биоритмов сердца / С.М. Чибисов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2006. – №3 (35). – С. 35-44.

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, Калуга, РФ

## ОБ АВТОРАХ

**Абдина Ирина Сергеевна** – обучающийся «Биоквантума» Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Абрахманова Ольга Игоревна** – студент медицинского института Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Аракелян Ирина Григорьевна** – студент медицинского института Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Ахлебинин Александр Константинович** – кандидат химических наук, доцент, профессор кафедры химии института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Богачев Евгений Александрович** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Болтунова Анастасия Антоновна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Васюков Александр Евгеньевич** – доктор химических наук, профессор; профессор кафедры химии института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Везеничева Анастасия Андреевна** – кандидат педагогических наук, и.о. заведующего кафедрой постдипломного образования медицинского института Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Вишнякова Афина Максимовна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Воронова Анна Павловна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Гаранин Роман Анатольевич** – кандидат биологических наук, доцент кафедры химии института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Голик Татьяна Андреевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Гришнова Валерия Игоревна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Евсеева Анна Александровна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Ефремова Юлия Владимировна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Кириллова Анастасия Алексеевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Кислов Данила Михайлович** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Колесов Андрей Владиславович** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Коликова Ирина Анатольевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Кондрашева Ирина Олеговна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Кравченко Анастасия Юрьевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Крымская София Алексеевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Кузьмичев Владимир Евгеньевич** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и экологии института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Кузьмичева Инеса Александровна** – заведующий отделением, врач-генетик ГБУЗ КО «КОКБ», Медико-генетическая консультация.

**Лаврентьева Галина Владимировна** – доктор биологических наук, доцент; заведующий кафедрой «Биотехнические системы и технологии» Калужского филиала федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

**Лямичева Вера Александровна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Магомедкеримова Алина Магомедкеримовна** – студент медицинского института Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Магомедов Рабадан Арсланбекович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин медицинского института Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Малютин Анастасия Павловна** – студент медицинского института Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Момот Ольга Александровна** – кандидат биологических наук, доцент Отделения ядерной физики и технологий Обнинского института атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

**Морозова Наталья Сергеевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Муравьева Анастасия Сергеевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Рахманова Александра Валерьевна** – обучающийся «Биоквантума» Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Романова Анна Николаевна** – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой, медико-биологических дисциплин института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Романцова Ирина Васильевна** – старший преподаватель Отделения ядерной физики и технологий Обнинского института атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

**Рощенко Виктор Александрович** – кандидат физико-математических наук, доцент Отделения ядерной физики и технологий Обнинского института атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

**Сионова Марина Николаевна** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и экологии института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Стариков Константин Витальевич** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Сынзыныс Борис Иванович** – доктор биологических наук, профессор; профессор Отделения ядерной физики и технологий Обнинского института атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

**Тихонович Полина Викторовна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Шестернина Анастасия Юрьевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Шестернина София Юрьевна** – студент медицинского института Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**Шурыгина Марина Николаевна** – студент института естествознания Калужского государственного университета им. К. Э. Циолковского.

**Эндебера Олег Петрович** – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и экологии института естествознания Калужского государственного университета им. К.Э. Циолковского.

**ВЕСТНИК КАЛУЖСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Научный журнал

2023 №2

Дата выхода в свет 30.06.2023. Формат 60x84/8.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. 20. Тираж 500 экз.  
Максимальный объём 180 страниц формата А4  
Издательство КГУ им. К.Э. Циолковского. 248023 Калуга, ул. Разина, 22/48.



Отпечатано «Наша Полиграфия». 248600 Калуга, Грабцевское шоссе, 126  
Лицензия ПЛД № 42-29 от 23.12.99.