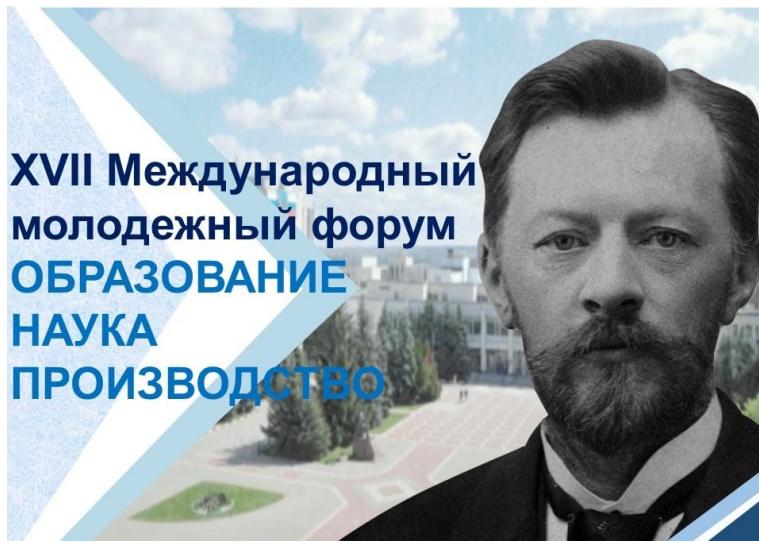


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
Администрация Белгородской области  
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова  
Международное общественное движение инноваторов  
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»



### Сборник докладов

### Часть 3 Естественные науки

г. Белгород  
30-31 октября 2025 г.

**УДК 005.745  
ББК 72.5+74.48  
М 43**

**XVII Международный молодежный форум  
«Образование. Наука. Производство»  
М 43 [Электронный ресурс]:  
Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2025. – Ч. 3. – 67 с.**

**ISBN 978-5-361-01572-6**

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XVII Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство». Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

**УДК 005.745  
ББК 72.5+74.48**

**ISBN 978-5-361-01572-6**

©Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2025

**Variushina K. I., Podistova A. A., Galysheva Yu. A.**

**Scientific adviser: Galysheva Yu. A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the UNESCO International Chair "Marine Ecology"**  
**Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia**

## **DIVERSITY AND STRUCTURAL FEATURES OF THE MACROBENTHOS OF THE UNDERWATER ISLANDS OF THE KIEVKA BAY OF THE SEA OF JAPAN**

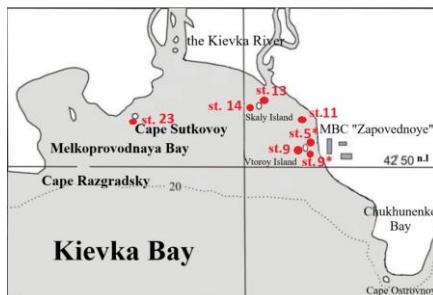
### **Introduction**

Marine macrobenthos plays a crucial role in terms of functioning of littoral ecosystems by participating in the transformation of matter and energy. Benthic organisms serve as sensitive indicators of the ecological condition of the aquatic areas. Kievka Bay represents unique, environmentally pristine aquatic area that can be a blueprint for studying marine assemblages influenced predominantly by natural factors [1].

The islands and submarine banks of Kievka Bay are of particular interest for the study of macrobenthos, as these habitats are characterized by specific environmental conditions forming unique benthic assemblages. This research is aimed to assess structure and diversity of benthic assemblages of this aquatic area [2,3].

### **Proceedings and approaches**

Quantitative samples of macrobenthos (sampling area of 1 m<sup>2</sup>) were collected by scuba divers in July-August 2023-2024 in the submarine part of the islands and banks of Kievka Bay: Vtoroy Island (stations 5\*, 9, 9\*), Skaly Island (stations 13, 14), Oblivnaya Island (station 23) and the Khabarov Bank (station 11) (fig. 1). 42 quantitative samples were collected over the two seasons.



**Fig. 1. Sampling station layout scheme**

Organisms were identified using the WoRMS and AlgaeBase databases. Biological diversity was assessed using the Shannon (H), Pielou (E), Simpson (D), Margalef (d). Assemblage differentiation was conducted through cluster analysis in the PAST program [4,5].

### Results and discussion

84 species of invertebrates, algae and seagrasses, representing 20 taxonomic groups, were registered in the macrobenthos of the submarine part of islands and banks. In terms of the number of species, gastropods (Gastropoda — 18 species), bivalves (Bivalvia — 15 species), brown algae (Ochrophyta — 12 species), and polychaeta (Polychaeta — 10 species) dominated.

The starfish *Patiria pectinifera* is characterized by the highest frequency of occurrence. Widely distributed species included the sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* and *Mezocentrotus nudus*, the holothurian *Eupentacta fraudatrix*, the brown algae *Desmarestia viridis* and *Costaria costata*, and the seagrass *Phyllospadix iwatensis* (occurrence frequency 71,4-85,7%).

The number of species at the stations varied from 17 to 43 species. Analysis of the Jaccard Similarity matrix showed values ranging from 0,06 to 0,33, indicating significant spatial heterogeneity of macrobenthic assemblages (table 1, fig. 2).

Table 1. Jaccard similarity matrix for stations in Kievka Bay

| Stations | 5*   | 9*   | 9    | 11   | 13   | 14   | 23   |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5*       | 1.00 |      |      |      |      |      |      |
| 9*       | 0,18 | 1.00 |      |      |      |      |      |
| 9        | 0,13 | 0,22 | 1.00 |      |      |      |      |
| 11       | 0,09 | 0,22 | 0,16 | 1.00 |      |      |      |
| 13       | 0,07 | 0,24 | 0,15 | 0,33 | 1.00 |      |      |
| 14       | 0,06 | 0,14 | 0,13 | 0,28 | 0,12 | 1.00 |      |
| 23       | 0,14 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,18 | 0,11 | 1.00 |

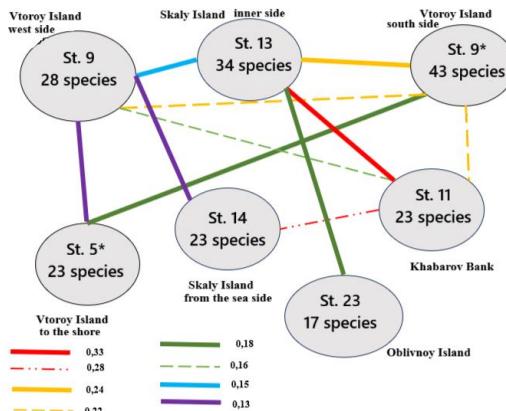


Fig. 2. Total richness of the species and composition similarity of macrobenthos of islands and banks of Kievka Bay according to the Jaccard Index

#### Quantitative characteristics

The average biomass of macrobenthos was  $2904,5 \pm 660,1$  г/м<sup>2</sup>, ranging from 631,1 г/м<sup>2</sup> (Oblivnaya Island) to 7900,9 г/м<sup>2</sup> (Vtoroy Island). The average population density was  $387,9 \pm 153,2$  inst./м<sup>2</sup> changing from 28,8 to 1829,4 inst./м<sup>2</sup>. The greatest contribution into the biomass came from the seagrasses, the sea urchins and the brown algae.

The Shannon Index was  $H = 3,02$ , indicating high biological diversity. The Pielou evenness index ( $E = 0,68$ ) confirmed the absence of explicit dominance of particular taxons. The Shannon Index varied from 0,79 to 3,16 across the stations.

Based on cluster analysis, 5 main benthic assemblages were differentiated (fig. 3, fig. 4):

Assemblage A: *Saccharina japonica* - *Strongylocentrotus intermedius* - *Mezocentrotus nudus* (stations 9, 9\*) – localized at greater depths of 2-5 m, characterized by sustainable phytocenoses on hard substances.

Assemblage B: *Phyllospadix iwatensis* - *Strongylocentrotus intermedius* - *Ruditapes philippinarum* (station 5\*) – develops at shallow depths of 1,5-2 m., distinguished by maximum biomass due to dense seagrass beds.

Assemblage C: *Desmarestia viridis* - *Mezocentrotus nudus* (station 23) – localized at greater depths of 8-10 m., characterized by minimal quantitative parameters.

Assemblage D: *Costaria costata* - *Strongylocentrotus intermedius* (station 13) – develops in areas influenced by river runoff.

Assemblage E: *Desmarestia viridis* - *Mytilus coruscus* - *Strongylocentrotus intermedius* (stations 11, 14) – localized in areas with increased hydrodynamics.

| Community | Dominants<br>(Subdominants)  | No.<br>St. | Depth,<br>m/ground  | Number<br>of species | Animal<br>biomass, g/m <sup>2</sup> | Plant biomass,<br>g/m <sup>2</sup> | The projective<br>cover<br>% |
|-----------|--|------------|---|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| A         | <i>Saccharina japonica</i> +<br><i>Strongylocentrotus intermedius</i> +<br><i>Mezocentrotus medus</i>        | 9*<br>9    | 2-5 /<br>Rock, large,<br>medium<br>boulder                          | 56                   | 1960,7                              | 1747,7                             | 28,9                         |
| B         | <i>Phyllospadix iwatensis</i> +<br><i>Strongylocentrotus intermedius</i> +<br><i>Ruditapes philippinarum</i> | 5*         | 1,5-2/<br>large, medium<br>boulder                                  | 23                   | 689,6                               | 7211,4                             | 87,9                         |
| C         | <i>Desmarestia viridis</i> +<br><i>Mezocentrotus medus</i>   | 23         | 8-10/<br>Rock   | 17                   | 311,9                               | 319,2                              | 37,9                         |
| D         | <i>Costaria costata</i> +<br><i>Strongylocentrotus intermedius</i>   | 13         | Rock, large<br>boulder  | 34                   | 997,7                               | 373                                | 18,2                         |
| E         | <i>Desmarestia viridis</i> +<br><i>Mytilus coruscus</i> +<br><i>Strongylocentrotus intermedius</i>           | 11<br>14   | 3-5/<br>The boulder is<br>medium, small,<br>pebbles, coarse<br>sand | 35                   | 1237,5                              | 269,7                              | 10,4                         |

Fig. 3. Characteristics of the macrobenthic assemblages of islands and banks of Kievka Bay

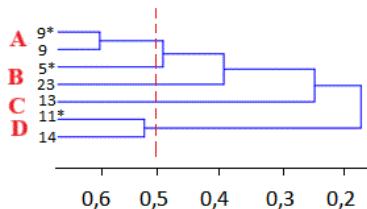


Fig. 4. Cluster analysis of macrobenthic species composition similarity considering quantitative abundance data

### Conclusion

This research revealed high biological diversity of macrobenthos in the submarine part of islands and banks of Kievka Bay. The 84 registered species formed 5 different benthic assemblages, whose structure was determined by depth, substrate type, hydrodynamic conditions and river runoff influence.

The macrobenthos biomass (average 2904,5 g/m<sup>2</sup>) corresponds to highly productive coastal ecosystems. The Shannon diversity Index ( $H = 3,02$ ) exceeds comparable values for other aquatic areas of Peter the Great Bay, confirming the uniqueness of the ecosystem of Kievka Bay.

Spatial heterogeneity of macrobenthic assemblages reflects the mosaic nature of environmental conditions among the stations. The high occurrence

frequency of the starfish *P. pectinifera* confirms its universal adaptive potential to various submarine habitats.

The results of the research confirm the status of Kievka Bay as a unique ecosystem with a high level of biodiversity and can serve as a basis for developing a coastal ecosystem monitoring system in Primorye.

## BIBLIOGRAPHIC LIST

1. Galysheva Yu.A., Kozhenkova S.I. Macrofauna of Kievka Bay and its environmental conditions. Vladivostok: FEFU, 2023. 178 p.
2. Zuenko Yu.I., Rachkov V.I. Main features of hydrological and hydrochemical regime of the Kievka Bay waters (Sea of Japan) // Izvestiya TINRO. 2003. T. 133, №1, pp. 303-3012.
3. Nesterova O.V., Brikman A.V., Tregubova V.G., Gilyov A.M. Characteristics of benthic sediments of Kievka Bay, Sea of Japan // Izvestiya TINRO. 2024. T. 204, № 4. pp. 905–916.
4. Shannon C.E. A mathematical theory of communication // The Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27. pp. 379–423.
5. Margalef R. Information theory in ecology // International Journal of General Systems. 1958. Vol. 3. pp. 36–71.

**УДК 331.46**

*Авеев Р.Р., Клемешова Ю.С.*

*Научный руководитель: Ермакова К.В., канд. техн. наук, доц.*

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ВНУТРЕННИЙ ИНСТРУКТОР ПО ПЕРВОЙ ПОМОЩИ НА ПРЕДПРИЯТИИ — КОГДА ВЫГОДНО, КАК СОХРАНИТЬ КАЧЕСТВО И ВЫПОЛНИТЬ ПРИКАЗ МИНЗДРАВА № 220н**

После первого сентября 2024 года многие работодатели начали готовить внутренних инструкторов по первой помощи. Идея кажется очевидной и удобной, однако выгода и безопасность зависят от размера компании и от того, как устроен контроль качества. В работе кратко сравниваются варианты для организаций разного масштаба. Учитываются требования действующих правил, наличие тренажёров для практики и внешняя проверка знаний через официальные списки специалистов. Цель — дать понятный ориентир для выбора.

Проведён анализ Порядка оказания первой помощи по приказу № 220н и Правил обучения по охране труда по постановлению № 2464.

Изучены русскоязычные публикации за 2021–2025 годы по обучению на тренажёрах и по удержанию навыков. Сделан простой расчёт полной стоимости обучения у работодателя по сравнению с приглашением внешнего учебного центра. Даны качественные оценки рисков, которые возникают при редких повторах и отсутствии независимой проверки.

Таблица 1.

| Позиция     | Малое предприятие<br>(до ~100 чел.)  | Крупное предприятие<br>(200+ чел.)  |
|-------------|--|---|
| Средства    | Входные траты на подготовку и тренажёры ощутимы, а поток обучаемых небольшой                             | Цена на одного сотрудника падает при большом потоке                           |
| График      | Можно подстроить расписание под смены, но инструктор совмещает эту роль с основной работой               | Легко запускать массовые занятия и регулярные повторы                         |
| Качество    | Трудно держать единый стандарт без повторной проверки знаний и без тренажёров, которые показывают ошибки | Имеет смысл купить тренажёры и делать короткие частые тренировки              |
| Риски       | Знания постепенно «расползаются», внешней проверки может не быть   | Ошибки распространяются на большие группы, если нет системы контроля качества |
| Окупаемость | Чаще не окупается при обычных рыночных ценах   | Подходит для больших штатов при регулярных                                    |
| Итог        | Часто лучше приглашать проверенный внешний учебный центр   | Подходит для больших штатов при регулярных повторах и системном контроле      |

### Примеры расчётов

*Пример 1.* Малое предприятие, 60 сотрудников, 1 круг в год. Внешний учебный центр по 2 500 руб. на человека — около 150 000 руб. за круг. Внутренний подход требует подготовки 15–20 тыс. руб. и тренажёров 55–400 тыс. руб. и выше, плюс расходники. Окупаемость около 1–2 лет.

*Пример 2.* Крупное предприятие, 350 сотрудников, 2 круга в год. Внешний учебный центр по 2 000 руб. на человека — около 1 400 000 руб. в год. Внутренний подход со стартом ~500 000 руб. и поддержкой ~150 000 руб./год — экономия порядка 750 000 руб. в первый год при

соблюдении качества занятий.

Навыки без повторов снижаются примерно к 6 — 12 месяцам. Короткие и частые тренировки на тренажёрах помогают сохранить технику. Полезно, когда тренажёр показывает на экране, правильно ли выполняются нажатия и вентилирование, и где есть ошибки. Формат смешанного обучения, где теория проходит онлайн, а практика — в классе, показывает сопоставимые результаты при обязательной практической части под контролем преподавателя.

Внутренний инструктор даёт скорость и гибкость, но без частых повторов и без независимой проверки качество знаний снижается. В малых компаниях постоянные траты на подготовку и оборудование чаще больше, чем выгода. В крупных организациях подход работает, когда заранее записаны в правилах компании частые короткие тренировки, повторное обучение инструкторов каждые 3 — 5 лет, закуплены тренажёры, а занятия периодически проверяет внешняя сторона. Экономический порог разумно привязать к ожидаемому числу людей, которых нужно научить за год.

Решение о внутреннем инструкторе принимают исходя из численности и рисков. Для крупных и удалённых площадок вариант часто окупается и упрощает организацию занятий. Для малых компаний чаще разумно приглашать внешний учебный центр. Независимо от выбранной схемы нужно сохранять навыки короткими и частыми тренировками, регулярно обновлять подготовку инструкторов и подтверждать качество через проверку извне или через официальные списки специалистов. В локальные правила полезно включить ориентир окупаемости и порядок документирования обучения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост. К. В. Ермакова. Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. 121 с.
2. Ермакова К. В. Анализ изменений в порядке оказания первой помощи в связи с вступлением в силу порядка, утверждённого приказом Минздрава России от 3 мая 2024 № 220н, и их влияние на процесс обучения оказанию первой помощи // Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 20 января 2025 г. Белгород: Изд-во БГТУ, 2025. С. 57–60.
3. Гаязетдинова А. Э., Мелякова О. А. Организация обучения

- оказания первой помощи // Аграрное образование и наука. 2022. № 4.
4. Биркун А. А., Дежурный Л. И. Нормативно-правовое регулирование оказания первой помощи и обучения оказанию первой помощи при внегоспитальной остановке сердца // Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2021. Т. 10, № 1. С. 141–152. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-1-141-152.
5. Организация подготовки населения и сотрудников по обучению оказанию первой помощи: методические рекомендации / Минздрав России; утв. 25.04.2024. М., 2024. 56 с.
6. Сергеева О. С. Анализ оказания первой помощи при несчастных случаях на производстве на основе современной статистики // International Research Journal. 2024. № 4(142). DOI: 10.23670/IRJ.2024.142.90.
7. Атрашенко О. С. Оказание первой медицинской помощи пострадавшим от несчастных случаев на производстве: учеб. пособие. Волгоград: КТИ (филиал) ВолгГТУ, 2023. 84 с.
8. Маршалко О. В., Цинкевич О. И., Панасевич В. А. Оценка уровня сформированности компетенций по оказанию первой помощи у руководителей и работников органов и организаций // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларусь. 2024. Т. 8, № 4. С. 472–480. DOI: 10.33408/2519-237X.2024.8-4.472.

**УДК 678.746**

**Вергейчик А.В., Педан Д.О.**

**Научный руководитель: Ключникова Н.В., канд. техн. наук, доц.**  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ПЛАСТИКОВ**

На сегодняшний день широко распространена концепция разработки новых и модификации существующих полимерных материалов для достижения ими заданных эксплуатационных параметров. Развитие технологий в этой области определяется как успехами в создании новых полимерных молекул, так и активными исследованиями по улучшению свойств выпускаемых промышленностью полимеров. В условиях глобальной конкуренции повышенным спросом пользуются материалы, обладающие стабильными характеристиками, легкостью в обработке и экономической выгодой, что в полной мере относится к обширной

категории полистирольных пластиков.

Мировое производство полимерных материалов стабильно растет. При этом доля полимеризационных пластиков, включая полиолефины, поливинилхлорид (ПВХ) и полистирольные термопласти, составляет примерно 70% от совокупного объема производства. Полистирол (ПС) занимает лидирующие позиции среди них, уступая по объемам производства только полиэтилену и ПВХ, что свидетельствует о его важности для различных отраслей мировой экономики. Востребованность полистирола общего назначения (ПСО) обусловлена его уникальным сочетанием физических и химических характеристик. К числу его ключевых преимуществ относятся превосходные диэлектрические показатели, открывающие возможности для применения в высокочастотной аппаратуре в качестве изоляционного материала [1]. Наряду с этим материал демонстрирует устойчивость к воздействию воды, широкого спектра кислот, щелочей и солей, а также отличается оптической прозрачностью и слабой выраженностью собственной окраски. Материал также отличается высокой технологичностью, что позволяет эффективно перерабатывать его такими методами, как литьё под давлением и экструзия. Перечисленные свойства в совокупности с доступной стоимостью сырья делают полистирол экономически выгодным решением для массового производства.

Пластмассы на основе полистирола характеризуются содержанием стирола, превышающим половину их состава. Наиболее распространенной разновидностью являются ударостойкие полистиролы (УПС), получаемые путем смешивания полистирола с бутадиен-стирольными каучуками. Введение эластомерных частиц позволяет решить проблему хрупкости, присущую обычному полистиролу. Особое положение в линейке полистирольных материалов занимает акрилонитрилбутадиенстирол (АБС-пластик), рассматриваемый как самостоятельный продукт. В отличие от УПС, в АБС-пластике матрицей выступает сополимер стирола и акрилонитрила. Включение акрилонитрила в состав сополимера способствует улучшению прочностных характеристик, термостойкости и химической инертности, а за ударную вязкость отвечает каучуковая составляющая [2].

Полистирольные материалы и другие полимеры, выпускаемые в больших объемах, играют ведущую роль, обеспечивая более 80% мирового спроса на термопласти. Однако, полистирол в последнее время сталкивается с растущей конкуренцией со стороны полипропилена, который обладает большей стойкостью к

термоокислительной деструкции и воздействию химически активных сред.

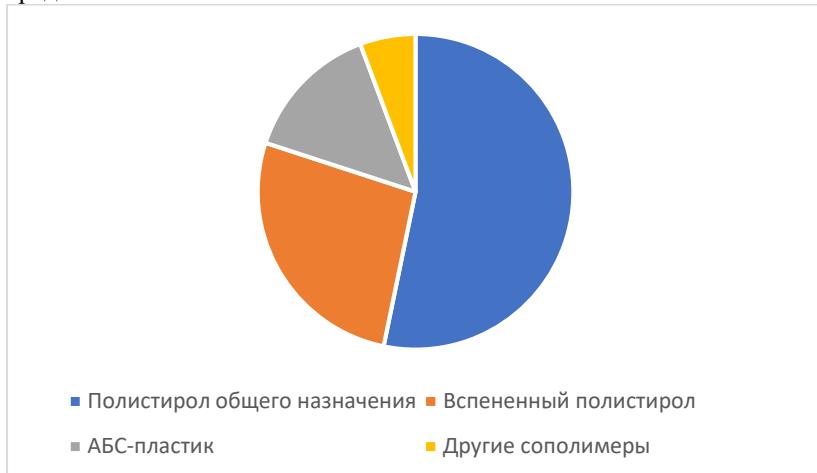


Рис.1. Потребление полистирола

Объем потребления полистирола на одного человека служит ключевым показателем развития переработки пластмасс. В России этот показатель (1,75 кг/чел) значительно уступает США (12,5 кг/чел), а также отстает от ряда развивающихся стран, в том числе Китая и Индии (2,3 кг/чел), что свидетельствует о значительном потенциале расширения российского рынка.

Структура потребления полистирольных материалов в России имеет свои характерные черты (рис. 1). Наибольшая часть приходится на полистирол общего назначения (53,3%), за которым следует вспененный полистирол (26,8%), применяемый преимущественно для теплоизоляции. Доля более сложных инженерных материалов, таких как АБС-пластик (14,3%) и другие сополимеры (5,7%), остается относительно небольшой, что отражает текущую структурную специфику российской промышленности, ориентированной преимущественно на сегменты с относительно невысокими технологическими требованиями.

Полистирольные полимеры широко используются в качестве изоляционных материалов в электротехнической и кабельной промышленности. В строительной отрасли они служат основой для создания элементов, не испытывающих значительных механических нагрузок: облицовочных систем, декоративных профилей и архитектурной фурнитуры. Значительная часть продукции

потребительского сектора также производится из полистирольных композитов – от изделий галантереи до посуды и детских игрушек. Благодаря своим теплоизоляционным свойствам, пенополистирол незаменим в строительстве, а также при производстве холодильного оборудования и изотермических вагонов [3].

В заключение можно отметить, что полистирольные пластмассы сохраняют свою важность для мировой и российской экономики. Для повышения их конкурентоспособности и обеспечения независимости от импортных поставок необходима активная модернизация действующих производств и создание новых. Разработка и внедрение экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий синтеза и модификации полистирола является важной задачей для импортозамещения и технологического развития России.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ключникова Н.В. Композиционные полимерные материалы: учебное пособие / Н.В. Ключникова, Л.Н. Наумова. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. — 114 с.
2. Алексеев Г.В. Свойства и переработка термопластов / Г.В. Алексеев. — Казань: Изд-во КГТУ, 2018. — 210 с.
3. Кутягин, Г.И. Пластические массы и бытовые химические товары / Г.И. Кутягин. — Москва: Экономика, 1988. — 207 с.

УДК 579.24

*Володарский М.О., Филозоп В.С., Смирнов И.С.  
Научный руководитель: Ашихмина М.С., канд. техн. наук  
Национальный исследовательский университет ИТМО,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

## ПОТЕНЦИАЛ КОФЕИНА И ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ КАК АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Применение антибактериальных препаратов часто негативно оказывается на собственной полезной микрофлоре, с которой связано множество функций в организме начиная с поддержки иммунитета заканчивая воздействие на когнитивные функции (связь кишечник – мозг) [1, 2, 3]. Также одной из глобальных проблем является развитие антибиотикорезистентности у бактерий в том числе процессе горизонтального переноса мобильных генетических элементов. Их появление связано с неконтролируемым использованием антибиотиков

во всех сферах промышленности и медицины. Для минимизации распространения антибиотикорезистентности представляется возможным использование растительных экстрактов, содержащих хлорогеновую кислоту и другие полифенолы, как альтернативные антибактериальные агенты, не влияющие на непатогенную микрофлору [4].

Целью данной работы является проверка способности хлорогеновой кислоты и кофеина ингибировать рост условно-патогенных бактерий и не оказывать влияния на собственную микрофлору. В качестве патогенного модельного организма выступает *Escherichia coli*, а представителем непатогенной микрофлоры был выбран *Lactiplantibacillus plantarum*.

Для проведения эксперимента были использованы: 0,01 М спиртовые растворы (40%) хлорогеновой кислоты (Химмед, Россия) и кофеина (Химмед, Россия), агаровые пластины MRS (LSR, Индия), LB (Диам, Россия), в которых были проделаны отверстия для проверки антибактериальной активности. С помощью шпателья были засеяны бактериальные культуры: *E.coli* (ВКПМ, Россия) – LB, *L.plantarum* (ВКПМ, Россия) – MRS. Выбор MRS и LB сред обеспечивал оптимальные условия роста для *L. plantarum* и *E. coli* соответственно, что исключало влияние состава среды на наблюдаемый эффект. В отверстия были внесены растворы веществ по 100 мкл и раствор спирта без веществ в качестве контроля, чтобы избежать исключить влияние растворителя. Образцы были оставлены на 24 часа при постоянной температуре  $37 \pm 1$  градус.

Представленные данные отражают результаты воздействия спиртовых растворов хлорогеновой кислоты и кофеина на рост исследуемых бактериальных культур. На (рис. 1) представлены результаты эксперимента по проверке антибактериальной активности спиртового раствора хлорогеновой кислоты и кофеина на культурах *L. plantarum* (А) и *E. coli* (Б). На пластинах с *L. plantarum* видно, что зоны ингибирования отсутствуют во всех образцах: как контрольный спиртовой раствор, так и лунки с хлорогеновой кислотой и кофеином не изменили рост колоний. Колонии покрывают поверхность пластин равномерно, сохраняют характерный цвет и плотность, а контуры колоний чёткие, без признаков разрежения или разрушения. На пластинах с *E. coli* (Б) контрольные лунки со спиртом и лунки с кофеином также не влияли на рост бактерий: колонии равномерно распределены по пластине, плотные и имеют однородный цвет. В лунках с хлорогеновой кислотой наблюдается явная зона ингибирования с диаметром примерно 3 мм, внутри которой рост

колоний полностью подавлен, поверхность среды гладкая и свободная от бактериального налёта. За пределами зоны колонии развиваются нормально, без изменений в размере, форме или плотности.

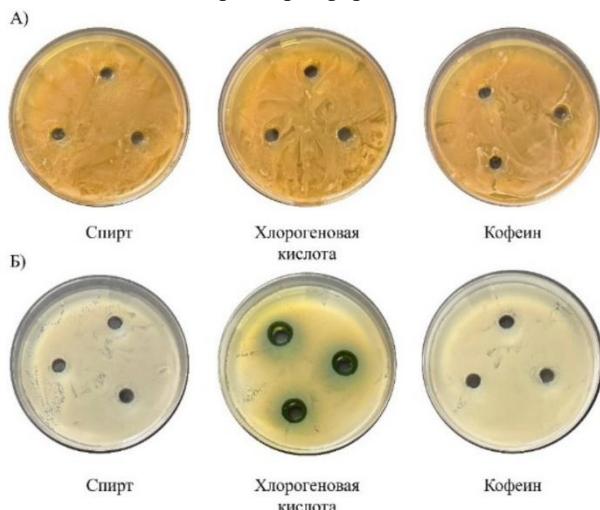


Рис. 1 А) Агаровые пластины со средой MRS и культурой *L.plantarum* (спирт – контроль) Б) Агаровые пластины со средой LB и культурой *E.coli* (спирт – контроль)

Таким образом, визуальный анализ пластин демонстрирует, что хлорогеновая кислота подавляет рост *E. coli*, но не влияет на *L. plantarum*, в то время как кофеин и спиртовые контрольные образцы не проявляют антибактериальной активности для обоих видов. На основании представленных изображений можно сделать вывод о избирательном действии хлорогеновой кислоты против грамотрицательных бактерий при сохранении нормальной микрофлоры. Хлорогеновая кислота, по данным ряда исследований, ингибирует рост бактерий преимущественно за счёт нарушения целостности клеточной мембранны и увеличения её проницаемости, что приводит к утечке внутриклеточных компонентов и подавлению основных метаболических процессов [5, 6, 7]. Для *E. coli* это проявляется повреждением наружной мембранны и деполяризацией цитоплазматической, тогда как у грамположительных бактерий, таких как *Lactiplantibacillus plantarum*, толстый слой пептидогликана и развитые антиоксидантные системы могут снижать проникновение и эффект хлорогеновой кислоты. Такая избирательность делает

хлорогеновую кислоту перспективным соединением для ограниченного подавления патогенов без угнетения нормальной микрофлоры.

Хлорогеновая кислота проявила избирательную антибактериальную активность против *E. coli* при концентрации 0,1 М, не оказывая эффекта на *L. plantarum*. Кофеин активности не проявил. Таким образом, можно сделать выводы, что растительные экстракты, содержащие в своем составе хлорогеновую кислоту, иногда могут выступать в качестве альтернативы антибактериальным препаратам, но дополнительно сохранять собственную микрофлору.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Associations among Dietary Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids, the Gut Microbiota, and Intestinal Immunity / Y. Fu, Y. Wang, H. Gao [и др.] // Mediators of Inflammation. – 2021. – Т. 2021. – С. 8879227.
2. Microbiota-gut-brain axis and its therapeutic applications in neurodegenerative diseases / J. S. Loh, W. Q. Mak, L. K. S. Tan [и др.] // Signal Transduction and Targeted Therapy. – 2024. – Т. 9. – № 1. – С. 37.
3. Screening and purification of nanobodies from *E. coli* culture supernatants using the hemolysin secretion system / D. Ruano-Gallego, S. Fraile, C. Gutierrez, L. Á. Fernández // Microbial Cell Factories. – 2019. – Т. 18. – № 1. – С. 47.
4. Going Beyond Antibiotics: Natural Plant Extracts as an Emergent Strategy to Combat Biofilm-Associated Infections / J. Kou, T. Y. Xin, P. McCarron [и др.] // Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology: Official Organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer. – 2020. – Т. 39. – Going Beyond Antibiotics. – № 2. – С. 125-136.
5. Ruhal, R. Biofilm patterns in gram-positive and gram-negative bacteria / R. Ruhal, R. Kataria // Microbiological Research. – 2021. – Т. 251. – С. 126829.
6. Antibacterial and Antibiofilm Activities of Chlorogenic Acid Against *Yersinia enterocolitica* / K. Chen, C. Peng, F. Chi [и др.]. – Текст : электронный // Frontiers in Microbiology. – 2022. – Т. 13. – URL: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2022.885092/full> (дата обращения: 28.10.2025).
7. Antimicrobial effects of chlorogenic acid and related compounds / F. Kabir, S. Katayama, N. Tanji, S. Nakamura // Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry. – 2014. – Vol. 57. – № 3. – Р. 359-365.

**Иващенко И. А.**

**Научный руководитель: Коршак К.С. ст. преп.**

**Белгородский государственный технологический университет**

**им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ ИНДЕКСИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕЛЯЦИОННЫХ СУБД В СИСТЕМАХ КЛАССА ERP**

Системы планирования ресурсов предприятия (ERP) представляют собой сложные информационные системы, которые обрабатывают огромные объемы данных и выполняют множество одновременных транзакций. Эффективность работы таких систем во многом зависит от правильного выбора и настройки алгоритмов индексирования в используемых реляционных СУБД. В современных ERP-системах, таких как 1С:Предприятие, SAP, Oracle E-Business Suite, объемы данных могут достигать терабайтов, а количество одновременных пользователей - десятков тысяч. В таких условиях традиционные подходы к индексированию становятся неэффективными, что требует разработки специализированных алгоритмов и структур данных.

### **Анализ алгоритмов индексирования**

Классические алгоритмы индексирования, такие как B-tree и B+tree, были разработаны в 1970-х годах и до сих пор являются основой большинства реляционных СУБД. Однако с ростом объемов данных и появлением новых типов запросов возникла необходимость в более эффективных структурах данных. Исследования последних лет показывают, что для ERP-систем критически важны поддержка сложных составных индексов, эффективная обработка диапазонных запросов, оптимизация для OLTP и OLAP нагрузок, а также адаптивные алгоритмы, учитывающие паттерны доступа к данным.

B+tree остается основным алгоритмом индексирования для большинства реляционных СУБД. В контексте ERP-систем его преимущества включают эффективную поддержку диапазонных запросов, оптимальное использование дискового пространства и хорошую производительность для OLTP-нагрузок. Однако для больших таблиц с частыми обновлениями B+tree может демонстрировать снижение производительности из-за необходимости ребалансировки дерева. В ERP-системах часто возникают запросы по нескольким полям одновременно. Составные индексы позволяют эффективно обрабатывать такие запросы, но их создание требует тщательного анализа паттернов доступа к данным. Ключевые принципы

оптимизации составных индексов включают соответствие порядка полей в индексе селективности, размещение наиболее селективных полей первыми и учет направления сортировки (ASC/DESC).

Для очень больших таблиц в ERP-системах эффективным решением является партиционирование индексов. Это позволяет ускорить выполнение запросов за счет исключения нерелевантныхパーティй, упростить управление индексами и повысить параллелизм при выполнении операций. Современные СУБД все чаще используют адаптивные алгоритмы индексирования, которые автоматически создают и удаляют индексы на основе статистики использования. В ERP-системах это особенно важно, так как паттерны доступа к данным могут изменяться в зависимости от бизнес-циклов.

Результаты экспериментального исследования и практические рекомендации

Для типичных ERP-запросов (поиск по справочникам, формирование отчетов, аналитические запросы) были получены следующие показатели производительности. B+tree индексы показывают среднее время выполнения запроса 15-50 мс, составные индексы обеспечивают улучшение производительности на 40-60% для сложных запросов, партиционированные индексы дают ускорение в 3-5 раз для больших таблиц, а адаптивные индексы снижают время выполнения на 25-35% при изменении паттернов доступа. Эксперименты показали, что эффективность различных алгоритмов индексирования существенно зависит от размера данных. Для таблиц до 1 млн записей B+tree индексы показывают оптимальную производительность, для таблиц 1-10 млн записей составные индексы становятся критически важными, а для таблиц свыше 10 млн записей необходимо использование партиционирования.

Анализ показал, что различные типы ERP-нагрузок требуют разных подходов к индексированию. OLTP-нагрузки требуют приоритета на быстрые операции вставки/обновления, OLAP-нагрузки нуждаются в оптимизации для сложных аналитических запросов, а смешанные нагрузки требуют балансировки между различными требованиями. Стратегия создания индексов должна начинаться с анализа наиболее частых запросов, создания индексов поэтапно с измерением влияния на производительность и регулярного анализа статистики использования индексов. Оптимизация составных индексов требует использования инструментов анализа планов выполнения запросов, учета селективности полей при определении порядка и избегания создания избыточных индексов. Управление партиционированием предполагает выбор ключей партиционирования

на основе паттернов доступа, регулярный пересмотр стратегии партиционирования и использование автоматического управления партициями.

Проведенное исследование показало, что эффективность алгоритмов индексирования в ERP-системах критически зависит от правильного выбора типа индекса, учета специфики бизнес-процессов и адаптации к изменяющимся паттернам доступа к данным. Современные подходы к индексированию, включая адаптивные алгоритмы и интеллектуальное партиционирование, позволяют существенно повысить производительность ERP-систем при работе с большими объемами данных.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косоногова, М. А. Математическое обеспечение адаптивного электронного учебника / М. А. Косоногова // Молодежь и научно-технический прогресс : международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 16 апреля 2015 года. Том 1. – Губкин: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 307-311.
2. Олейник, П. П. Основные стандарты корпоративных информационных систем: MPS, MRP, MRP II, ERP, CSRP, ERP II / П. П. Олейник ; Олейник Павел Петрович. – Saarbrucken : Lap Lambert acad. publ., 2011. – 83 с.
3. ERP-системы. Эффективность и проблематика внедрения ERP-систем / Т. Е. Артамонова, А. В. Овсянникова, А. В. Воробьев, А. Э. Попович // Естественные и технические науки. – 2016. – № 4(94). – С. 173-174.
4. Толмачев, Н. А. Оценка эффективности ERP-системы в организации и координации автомобильных грузоперевозок / Н. А. Толмачев, Ж. Т. Жаншарипов, Т. С. Рустем // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 5(86). – С. 132-143.

**Карбашева Е.Р.**

**Научный руководитель: Святченко А.В., канд. техн. наук, доц.**

**Белгородский государственный технологический университет**

**им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## **ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОСИСТЕМУ**

С ростом количества населения на нашей планете появляются множество проблем. Одна из них – это проблема, которая приносит пагубное влияние на наш мир, загрязняет почву, воду, воздух. Несоответствующая организация контроля за отходами приводит к выделению опасных паровых веществ, происходит размножение бактерий, образуются новые инфекции. Созданные места скопления мусора в отдаленных местах от населенных участков не гарантируют безопасность, риск растет постоянно, особенно опасен риск возникновении пожаров [1].

Согласно 89-ФЗ к твердым коммунальным отходам (ТКО) относят отходы, которые утратили свои потребительские свойства, образованные в жилых и общественных местах (пищевые продукты, изношенная одежда, предметы обихода и прочие бытовые отходы). Несмотря на то, что такие отходы подлежат утилизации согласно законодательству РФ, их влияние по-прежнему остается основной проблемой воздействия на экосистему. Воздействие ТКО на экосистему проявляется в деградации почв, загрязнении водоемов, нарушении биологических связей и накоплении микропластика в живых организмах. На полигонах происходят анаэробные процессы, сопровождающиеся выделением метана, углекислого газа и сероводорода, что усиливает парниковый эффект [2].

Законодательные нормы – это необходимое и важное, но не единственное решение. Необходимы эффективный контроль исполнения, модернизация оборудования, современные технологии, экономические стимулы, развитие инфраструктуры и экологические просветительские мероприятия. Комплексный системный подход обеспечит эффективное снижение нагубного влияния. В случае ненадлежащего исполнения или отсутствия перечисленных мероприятий наблюдаются следующие проблемы.

Первая проблема – загрязнение почвы опасными элементами в результате распада и протекания различных химических реакций. Попадая внутрь, они изменяют ее естественный состав, что приводит к

потере способности почвы к развитию флоры, гибели уже существующих растений или появлении у них болезней.

Вторая проблема – загрязнение воды. В результате разложения ТКО при контакте с атмосферными осадками образуется высокотоксичная жидкость – фильтрат. Он содержит соли тяжелых металлов, опасные органические соединения, патогенные микроорганизмы, которые могут попадать в грунтовые воды, отравляя питьевые источники, и открытые водные объекты, создавая губительную среду для флоры и фауны.

Третья важная проблема – масштабное загрязнение атмосферы. ТКО в большей степени имеет свойство разлагаться, разложение протекает с выделением токсичных паров. На полигонах концентрации очень велики. Происходит распространение на дальние расстояния, что влечет риск увеличения заболеваний дыхательной, иммунной, сердечно-сосудистой систем у людей и животных не только на близлежащих территориях [3-4].

Отсутствие положительной динамики в решении проблем с ТКО влияет и на животных, которые в свою очередь могут оказаться переносчиками заболеваний. Дикие, домашние животные или птицы растаскивая мусор, например, на плохо оборудованных мусорных площадках, не только увеличивают площади загрязнения и создают отрицательный эстетический эффект, но и серьезную эпидемиологическую и экологическую угрозу. Как говорилось ранее места скопления отходов – это потенциальный источник инфекций. Контактируя с такими опасными в процессе разложения отходами, они становятся переносчиками патогенной микрофлоры. Следует помнить, что не редки случаи и гибели животных и птиц от отравления таких отходов. Неконтролируемый доступ животных к отходам создает санитарно-эпидемиологическую неблагоприятную ситуацию в регионах. Это показывает, что необходимо обустройство закрытых, защищенных от животных контейнерных площадок и своевременный вывоз отходов.

Не разлагаемые или частично разлагаемые элементы ТКО представляют не меньшую опасность для окружающей среды. Это проявляется в стойкости, накоплении и комплексом воздействий в пролонгированном действии. К таким отходам относятся пластик, батарейки и аккумуляторы, электронный лом, автомобильные шины. После отработанного жизненного цикла такие отходы крошаются, дробятся под действием физических факторов, мигрируют и накапливаются в мелкодисперсном состоянии, создавая долгосрочную угрозу для здоровья человека и экосистемы.

Анализ состава отходов является важным инструментом экологического контроля и планирования переработки. Это позволяет определить количественные и качественные показатели образования отходов, что служит основой для разработки технологий утилизации. По данным российских экологов отмечается, что без предварительного разделения фракций эффективность переработки резко снижается, что ведёт к увеличению нагрузки на полигоны и росту экологических рисков. Контроль за обращением ТКО осуществляется на всех этапах - от их образования до утилизации или захоронения. Эта система включает нормативно-правовой контроль, обеспечивающий соблюдение государственных требований, мониторинг состояния окружающей среды, в том числе почв, воздуха и вод, развитие системы раздельного сбора, повышающей долю перерабатываемых материалов, а также экономическое стимулирование предприятий переработки. Особое значение имеет экологическое образование населения, формирующее ответственное отношение к рациональной сортировке и сокращению объемов отходов [3-5].

Управление отходами, как подчеркивают отечественные исследователи, должно базироваться на принципах комплексного подхода, включающего анализ состава, технологическую модернизацию переработки и повышение экологической культуры. Рациональное обращение с отходами снижает нагрузку на экосистемы, способствует сохранению природных ресурсов и обеспечивает экологическую безопасность будущих поколений [6].

Влияние ТКО на окружающую среду является важной проблемой, требующей целостного подхода к решению. Эффективное управление отходами не только снижает вредное воздействие на природу, но и способствует созданию более устойчивой и безопасной среды для жизни человека. Координация усилий государства, бизнеса и общества в этой области может привести к значительным улучшениям в состоянии окружающей среды и качества жизни.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ярославов, А.А., Аржаков, М.С., Хохлов, А.Р. Планета в тисках пластикового мусора: мифы, реальность, перспективы / А.А. Ярославов, М.С. Аржаков, А.Р. Хохлов // Природа. – 2025. – № 2 (1314). – С. 27-36.
2. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 N 242 (ред. от 20.12.2024) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.06.2017 N 47008)

3. Святченко, А.В., Михайлов, И.С., Косолапов, В.П. Проблемы накопления отходов Ямало-ненецкого автономного округа / А.В. Святченко, И.С. Михайлов, В.П. Косолапов // Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология. – Белгород: БГТУ, 2025. – С. 455-458.

4. Бендиков, А.А. Правовое регулирование обращения с твердыми коммунальными отходами: проблемы и перспективы / А.А. Бендиков // Вопросы российского и международного права. – 2025. – Т. 15. – № 3-1. – С. 236-243.

5. Святченко, А.В., Барабанщикова, С.И. Современный взгляд на утилизацию отходов стекла и изделий из стекла / А.В. Святченко, С.И. Барабанщикова // Всероссийская научная конференция «Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования», Белгород: БГТУ, 2023. С. 263-267.

6. Жепак, М.Г. Фактические проблемы организации обращения с ТКО / М.Г. Жепак // Актуальные проблемы науки и практики. – 2025. – № 1 (39). – С. 66-70.

**УДК 633.81**

**Куколева С.С.**

*Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, г. Саратов, Россия*

## **ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СРОКОВ ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРИАНДРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ**

Главным направлением культивирования эфиромасличной культуры – кориандр, является возделывание с целью получения семян, которые применяются в пищевой промышленности и для производства эфирного масла. Кориандр является главной эфиромасличной культурой в Российской Федерации. Каждый год в южных областях России на площади более 100 тыс. га выращивают эту ценную культуру. Во время цветения кориандра на участках его произрастания сооружают пасеки, так как растение является прекрасным медоносом, а нектар, полученный с кориандра, пчелы превращают в высококачественный мед с яркими оттенками вкуса и запаха. На территории России главными районами культивирования кориандра являются Белгородская, Воронежская, Курская и Тамбовская области, а также юг России, где применение кинзы (зелень кориандра), как пряного растения, известно давно [1-2].

Кориандр посевной – широко применяется во многих областях промышленности, народной медицине, в сельском хозяйстве и быту, является высокодоходной практически безотходной культурой, его возделывание полностью механизировано, окупаемость затрат высокая [3].

Объектом исследования является кориандр эфиромасличный – Аккорд, Сибирский, Бородинский, Алексеевский 190, Прелесть, Тайга, Целитель. Посев проводился селекционной кассетной сеялкой СКС-6-10 в 2024 г., норма высева кориандра – 0,6-1,0 млн шт./га в трехкратной повторности. Постановка эксперимента, полевые учеты и наблюдения проводятся в соответствии методиками государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [4-5], методикой проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность ФГБУ «Госсортикомиссия» [6].

На 2024 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, включено 15 сортов кориандра. Однако, для данной культуры отсутствуют рекомендации по их непосредственному возделыванию в условиях Нижневолжского региона. В этой связи, несомненный интерес представляют исследования, направленные на изучение влияния густоты стояния растений и сроков посева на продуктивность кориандра, выявление перспективного исходного материала для дальнейшей селекционной работы и создание сортов, надежно вызревающих и позволяющих вести семеноводство в условиях Нижнего Поволжья.

Для возделывания эфиромасличных культур в Нижнем Поволжье в особенности в Саратовской области, имеется достаточный потенциал условий. Однако, урожайность культур остается невысокой, до 0,7 т/га. Чтобы обеспечить внутренние потребности и сделать возделывание этих культур экономически эффективным, необходимо повысить урожайность до 1,5 т/га. Важной предпосылкой успешной интродукции и дальнейшего культивирования эфиромасличных культур в Нижнем Поволжье является изучение адаптивного потенциала растений. Повышенный интерес к эфиромасличным культурам, прежде всего к кориандру и нигелле, обусловлен высокой экономической эффективностью их производства, хорошей приспособленностью к умеренному климату, высокой урожайностью семян, а также созданием идеального фона для последующих в севообороте культур.

При исследовании кориандра отмечено, что разная плотность посева не оказала заметного влияние на продолжительность вегетации. Продолжительность вегетационного периода составила 110 дней. Кориандр – светолюбивое растение, при загущении посевы

подвергаются самозатенению, что сопровождается снижением посевных качеств образовавшихся семян, в результате конкуренции между растениями завязывается меньше плодов (вислоплодников), они становятся более мелкими и менее продуктивными.

Важное значение в определении структуры урожая имеют такие показатели как масса семян с одного растения, число семян с одного растения и масса 1000 семян. Показатель массы семян с одного растения изменялся в зависимости от различных факторов. Основное значение имела густота стояния; так, при меньшей густоте стояния кориандр активнее развивается и растет более объемным и раскидистым с множеством зонтиков, семена на них были хорошо выполненными и крупными. А при большой загущенности посевов происходило затенение и угнетение основной части культуры, снижение активности развития, уменьшение числа зонтиков на растении, сокращение количества плодов и их мелкосемянность (Табл. 1). Так, например, при увеличении густоты посева от 0,6 млн. шт. /га до 1,0 млн. шт. /га продуктивность растения снижалась на 0,1 г при первом и втором сроках посева и на 0,4 г при позднем сроке посева.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая образцов кориандра по массе семян

| Густота стояния растений, млн. шт./га | Срок посева                      |                     |                                  |                     |                                  |                     |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|
|                                       | 1 декада мая                     |                     | 2 декада мая                     |                     | 3 декада мая                     |                     |
|                                       | Масса семян с одного растения, г | Масса 1000 семян, г | Масса семян с одного растения, г | Масса 1000 семян, г | Масса семян с одного растения, г | Масса 1000 семян, г |
| 0,6                                   | 1,5                              | 6,7                 | 1,5                              | 7,0                 | 1,2                              | 6,6                 |
| 0,8                                   | 1,4                              | 6,9                 | 1,5                              | 7,1                 | 1,2                              | 6,7                 |
| 1,0                                   | 1,4                              | 6,8                 | 1,4                              | 6,7                 | 0,8                              | 6,2                 |
| Среднее                               | 1,4                              | 6,8                 | 1,5                              | 6,9                 | 1,1                              | 6,5                 |

Исследование показало, что на урожайность кориандра оказывает влияние как густота стояния растений, так и сроки посева (Табл. 2). Так, урожайность семян варьировала в пределах: 0,9-1,4 т/га при посеве в 1 и 2 декадах мая, 0,72-0,96 т/га. При этом, при ранних сроках посева максимальная урожайность (1,4 т/га) получена при густоте 1 млн. раст. /га, при посеве в 3 декаде мая максимальная урожайность составила 0,96 т/га при густоте стояния 0,8 млн. растений/га.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая образцов кориандра по количеству семян и урожайности

| Густота стояния растений, млн. шт./га | Срок посева                      |                         |                                  |                         |                                  |                         |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|                                       | 1 декада мая                     |                         | 2 декада мая                     |                         | 3 декада мая                     |                         |
|                                       | Количество семян с растения, шт. | Урожайность семян, т/га | Количество семян с растения, шт. | Урожайность семян, т/га | Количество семян с растения, шт. | Урожайность семян, т/га |
| 0,6                                   | 223,9                            | 0,90                    | 214,3                            | 0,90                    | 181,8                            | 0,72                    |
| 0,8                                   | 202,9                            | 1,12                    | 211,3                            | 1,20                    | 179,1                            | 0,96                    |
| 1,0                                   | 205,9                            | 1,40                    | 209,0                            | 1,40                    | 129,0                            | 0,80                    |
| Среднее                               | 210,9                            | 1,14                    | 211,5                            | 1,17                    | 163,3                            | 0,83                    |

Заключение. Таким образом, для выявления адаптивного потенциала масличных и эфиромасличных культур сформированы и высеяны питомники исходного материала, кориандра.

При меньшей густоте стояния растений, кориандр активнее развивается и растет более объемным и раскидистым с множеством зонтиков с крупными и выполнеными семенами. А при большой загущенности посевов происходило затенение и угнетение основной части культуры, снижение активности развития, уменьшение числа зонтиков на растении, сокращение количества плодов и их мелкосемянность

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, М.Г. История происхождения *Coriandrum Sativum L.* и особенности его возделывания в условиях северо-запада России / М.Г. Иванов, А.Д. Шишов // Современные научноемкие технологии. – 2006. – №1. – С. 18-20.
2. Тимиргалеева, Р.Р. Комплексный механизм управления развитием эфиромасличного производства в Республике Крым / Р.Р. Тимиргалеева, В.С. Пащенецкий, М.В. Вердыш, А.А. Попова, Н.Ю. Полякова // Монография. – Симферополь: ИТ «Ариал». – 2023. – 216 с.
3. Ельчининова, О.А. Элементы технологии возделывания кориандра посевного в низкогорной зоне горного Алтая / О.А. Ельчининова, А.А. Кудачинова, Л.Ю. Цеб // Материалы VII-й Международной научно-практической конференции. «Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий», посвященной 70-летию Горно-Алтайского государственного университета. – 2019. – С. 44-49.

4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М. 1989. – 194 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур Выпуск третий. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. Москва. ФГБУ «Госсорткомиссия», 1983. – 184 с.
6. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Кориандр (*Coriandrum sativum L.*). Москва. ФГБУ «Госсорткомиссия», 2002. – 4 с.

**УДК 663.15**

***Нежданова А.И., Широчкина А.И.***

***Научный руководитель: Василенко М.И., канд. биол. наук, доц.***  
***Белгородский государственный технологический университет***  
***им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПО ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Кисломолочные продукты занимают важное место в рационе человека благодаря своим питательным и лечебным свойствам. Они богаты белками, витаминами, минералами и пробиотическими культурами, что способствует очищению организма и улучшению работы желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [1-2]. Для поддержания здоровой микрофлоры в ЖКТ важно включать кисломолочные продукты в свой рацион [3].

Кефир очень популярный среди кисломолочных продуктов напиток, по данным статистики, производство кефира составляет более двух третей от общего производства кисломолочных продуктов [4]. Главное преимущество кефира – оказывает пробиотическое действие, улучшая состав микрофлоры в кишечнике, подавляя рост вредных микроорганизмов и предотвращая развитие инфекций [5].

Натуральный кефир получают путем сквашивания. Коровье молоко подвергается брожению с использованием специальной закваски, содержащей различные микроорганизмы, что приводит к образованию молочной кислоты и спирта [6]. Для производства кефира чаще всего используют закваски прямого внесения – сухие или глубокозамороженные, а также кефирный грибок [7].

Пищевая ценность кефира варьируется в зависимости от жирности. В 100 мл продукта с высоким содержанием жира

присутствует: вода – 87,9 г; белки – 3,0 г; жиры – 3,5 г; углеводы – 4,2 г. Обезжиренный кефир, напротив, не содержит жиров, но включает 3,3 г белков и 3,7 г углеводов на те же 100 мл. Кроме того, кефир является источником ряда витаминов и минеральных веществ: в 100 г продукта содержится 0,8 мг витамина С, а также витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР и провитамин А [8].

При промышленном изготовлении кисломолочной продукции применяют специализированные заквасочные культуры. Их готовят на основе отобранных штаммов молочнокислых бактерий. Использование таких чистых культур, обладающих подтверждёнными биохимическими характеристиками, даёт возможность ускорить технологический процесс и гарантировать заданные параметры конечного продукта [9].

Закваска бактериального типа «Иван-поле» предназначена для производства кефира на основе молока коров или коз. Продукт содержит комплекс из пяти уникальных штаммов микроорганизмов, общая концентрация которых достигает 2 млрд КОЕ в одном стике. В состав входят: мальтодекстрин (в качестве носителя), а также культуры *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lacti* ssp. *cremoris*, *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *Cremoris* и *Kluyveromyces marxianus*. Оценка качества полученного кефира выполнялась по органолептическим характеристикам и физико-химическим показателям с проверкой их соответствия нормам ГОСТ 31454-2012 [10].

Продукт должен соответствовать требованиям таблицы 1 по внешнему виду и вкусовым качествам.

Таблица 1 Органолептические характеристики кефира

| Показатель                 | Характеристика  |
|----------------------------|---|
| Вкус и запах               | Чистые, кисломолочные, вкус слегка острый, допускается дрожжевой привкус  |
| Цвет                       | Молочно-белый, равномерный по всей массе  |
| Консистенция и внешний вид | Однородная, с нарушенным или не нарушенным сгустком. Допускается газообразование, вызванное действием микрофлоры кефирных грибков |

Продукт должен соответствовать определенным нормам по физико-химическим показателям, указанным в таблице 2.

Таблица 2 Физико-химические показатели кефира

| Показатель   | Норма  |
|--|--|
| Массовая доля жира, % не менее                     | Менее 0,5 (обезжиренный) 0,5; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 2,7; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0; 4,5; 4,7; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,2; 7,5; 8,0; 8,5; 8,9 |
| Массовая доля белка, %, не менее                   | 3,0  |
| Кислотность, Т                                     | От 85 до 130 включ.  |
| Показатель   | Норма  |
| Фосфатаза или пероксидаза                          | Не допускается   |
| Температура продукта при выпуске с предприятия, °C | 4 ± 2  |

Данные о качестве кефира представлены в таблице по внешнему виду и составу. 3.

Таблица 3 Результаты оценки качества по органолептическим и физико-химическим показателям

| Показатель                 | Характеристика   |  |
|----------------------------|--|--|
|                            | Кефир «Авида»  | Кефир «Иван-поле»  |
| Вкус и запах               | Вкус слегка острый, запах кислый, нет посторонних привкусов и запаха | Вкус слегка острый, запах кислый, нет посторонних привкусов и запаха |
| Цвет                       | Молочно-белый, равномерный по всей массе                             | Молочно-белый, равномерный по всей массе                             |
| Консистенция и внешний вид | Однородные с ненарушенным сгустком                                   | Однородные с ненарушенным сгустком                                   |
| Кислотность, °T, не более  | 130  | 120  |

Анализ таблиц 1, 2 и 3 показывает, что образцы соответствуют установленным нормам по вкусовым характеристикам и кислотности.

Вязкость образцов кефира определяли при помощи пипетки с определённым объёмом выходного отверстия, это простейший аналог капиллярного вискозиметра. Пипеткой отмерили 100 см<sup>3</sup> продукта, затем ввели пипетку в колбу, вместимостью 150 мл. Сняли с верхнего отверстия указательный палец и параллельно включили секундомер, дали продукту полностью вытечь. Отметили продолжительность

истечения продукта из пипетки. За окончательный результат приняли среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений. Кефир хорошей консистенции – вытекает из пипетки не менее чем за 30 с; кефир удовлетворительной консистенции – за 20 с.

Время вытекания образца кефира «Авида» составило 21 сек., кефира «Иван-поле» – 20 сек, что является средним показателем для кефира.

Влагоудерживающую способность сгустка, образующегося под влиянием молочнокислых культур или заквасок, определяли с помощью центрифуги. Внесли 10 мл кисломолочного продукта в пластмассовый стакан и центрифугировали при установленной частоте вращения 2500 об/мин. в течение 5 мин. После завершения центрифугирования в образцах измерили высоту столба выделившейся сыворотки.

Высота столба сыворотки в образце кефира «Авида» составила 1,5 см (рис.1.), в то время как высота столба сыворотки в образце кефира «Иван-поле» составило 4 см (рис.2.). По количеству выделившейся сыворотки судили о способности сгустков к влагоотдаче.



Рис.1. Высота столба отделившейся сыворотки образца кефира «Авида» после центрифугирования



Рис.2. Высота столба отделившейся сыворотки образца кефира «Иван-поле» после центрифугирования

Определяли содержание СО<sub>2</sub> в образцах кефира. В пробирку диаметром 15 мм прилили 20 мл продукта, отметили уровень смеси и поместили на нагретую до 90 °С водянную баню. Вынули пробирку, отметили уровень сгустка в образце. При наличии углекислого газа в продукте образуется губчатый сгусток, поднимающийся над сывороткой на высоту 20-30 мм и более.

Высота губчатого сгустка в образце кефира «Авида» составила 25 мм, в то время как высота сгустка кефира «Иван-поле» составила 17 мм.

Исследуемые образцы кефиров «Авида» и «Иван-поле» по

органолептическим и физико-химическим показателям полностью соответствуют требованиям стандарта ГОСТ 31454-2012. Показатели вязкости, влагоудерживающей способности и содержания углекислого газа в образцах так же находятся в пределах нормы, что свидетельствует о высоком качестве образцов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева, О. Н. Влияние развития сырьевой базы на затратоемкость молочной продукции // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 105-108.
2. Дуйсембаева, Ж. С. Влияние технологического процесса на химический состав кисломолочных продуктов // Материалы Международной студенческой научной конференции «студенческий научный форум»: XII Международная студенческая научная конференция, 2021. – С. 7-8.
3. Бородина, Е. С. Обоснование технологических параметров производства кефира с сиропом черники // Пищевые инновации и биотехнологии, 2015. – С. 31-33.
4. Гусова, Д. А. Использование нетрадиционного сырья в производстве кефира // Научное обеспечение сельского хозяйства горных и предгорных, 2020. – С. 86-88.
5. Муллагулова, Э. М. Сравнительная оценка существующих технологий производства кефира // Зыкинские чтения : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора медицинских наук, профессора Л.Ф. Зыкина, 2020. – С. 106-112.
6. Сидельников, Б. Ю. Сравнительная оценка существующих современных технологий производства кефира // Технико-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе, 2023. – С. 264-266.
7. Фролова, В. Д. Особенности технологии производства натурального кефира // Актуальные вопросы в развитии агропромышленного, химического и лесного комплексов, 2021. – С. 73-75.
8. Анникова, Е. В. Кисломолочные напитки: полезные свойства и оценка качества / Е. В. Анникова, А. С. Романова, Е. Ю. Панкова // Молодежь и наука. – 2015. – № 2. – С. 3.
9. Ращупкина, Д. В. Химический состав и свойства кефира / Д. В. Ращупкина, Д. В. Батакова, Д. М. Галиев // Молодежь и наука. – 2018. –

№ 5. –С. 110.

10. ГОСТ 31454-2012 «Кефир. Технические условия» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru>

**УДК 613.2:796**

**Новосельцев В. Д.**

*Научный руководитель: Сопина Д. С., ст. преп.*

*Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **СПОРТ И ПИТАНИЕ: АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРИВЫЧЕК СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ**

Современный студент-спортсмен сталкивается с двойной нагрузкой – академической и физической. Для поддержания высокой работоспособности, успешного восстановления и достижения спортивных результатов недостаточно только регулярных тренировок. Ключевую роль играет сбалансированное питание, которое обеспечивает организм необходимой энергией.

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что несмотря на понимание общей важности правильного питания, многие студенты, активно занимающиеся спортом, не обладают достаточными знаниями в области нутрициологии (наука о питании и его влиянии на здоровье человека). Их рацион зачастую формируется стихийно, под влиянием таких факторов, как нехватка времени, финансовые ограничения и сложившиеся пищевые стереотипы, что может нивелировать положительный эффект от тренировок и наносить вред здоровью.

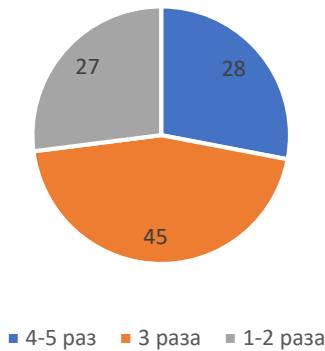
Целью исследования является анализ пищевых привычек студентов-спортсменов и выявление основных дисбалансов в их рационе для последующей разработки рекомендаций.

Для достижения поставленной цели был проведён опрос студентов БГТУ им. В.Г. Шухова, регулярно занимающихся в спортивных секциях университета.

Опрос включал вопросы, касающиеся:

- Режима питания (количество приемов пищи, наличие завтрака, время ужина).
- Качественного состава рациона (частота потребления белковых продуктов, овощей, фруктов, цельнозерновых продуктов, фастфуда, сладких газированных напитков).

- Питьевого режима.
- Использование спортивного питания.



### Спортивное питание



Рис. 3. Спортивное питание

### Качественный состав рациона

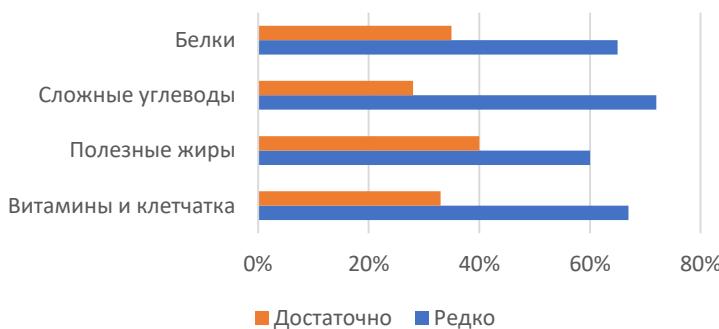


Рис. 4. Состав рациона

Результаты опроса выявили ряд системных нарушений в пищевом поведении студентов-спортсменов.

**Режим питания.** Только 28% опрошенных соблюдают режим питания, включающий 4-5 приемов пищи в день. 45% питаются 3 раза в день, а 27% – 1-2 раза, что совершенно недостаточно при высоких затратах энергии. При этом завтрак регулярно пропускают 40% студентов, ссылаясь на нехватку времени утром (Рис. 2).

**Качественный состав рациона.** Анализ показал значительный дисбаланс нутриентов (компоненты пищи, необходимые организму для нормального роста, развития, функционирования и поддержания здоровья) (Рис. 4):

- Белки: Достаточное потребление белковых продуктов (мясо, птица, рыба, творог, яйца) отметили лишь 35% студентов. 65% употребляют белок реже 1-2 раз в день, что не покрывает потребности в аминокислотах для восстановления и роста мышечной ткани.
- Углеводы: Ситуация с углеводами носит полярный характер. 72% студентов регулярно потребляют быстрые углеводы (сладости, выпечка, фаст-фуд), в то время как сложные углеводы (каши, цельнозерновой хлеб, макароны из твердых сортов пшеницы) присутствуют в ежедневном рационе только у 28% опрошенных.
- Жиры: Источники полезных полиненасыщенных жиров (рыба, орехи, растительные масла) потребляются реже 3 раз в неделю у 60% респондентов.
- Витамины и клетчатка: Ежедневное потребление свежих овощей и фруктов отмечают только 33% студентов. Это указывает на потенциальный дефицит витаминов, минералов и клетчатки.

Питьевой режим. Норму в 1,5-2 литра воды в день соблюдают лишь 25% опрошенных. 55% предпочитают в качестве основного напитка чай или кофе, а 20% регулярно употребляют сладкие газированные напитки и соки (Рис. 1).

Использование спортивного питания. Различные виды спортивного питания (протеин, гейнеры, BCAA) используют 30% студентов, преимущественно занимающихся силовыми видами спорта. При этом 70% из них не консультировались со специалистом по поводу их применения (Рис. 3).

Полученные данные согласуются с результатами исследований других авторов, которые также отмечают преобладание в рационе студенческой молодежи простых углеводов и насыщенных жиров на фоне дефицита белка, клетчатки и микронутриентов. Для студентов-спортсменов этот дисбаланс критичен, так как может привести к ряду негативных последствий:

- Снижение спортивной производительности и выносливости.
- Замедление процессов восстановления после тренировок.
- Повышение риска травм и развития заболеваний (гастрит, авитаминоз, анемия).
- Невозможность эффективного набора мышечной массы или снижения жировой.

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

- Пищевые привычки большинства (68%) студентов-спортсменов БГТУ им. В.Г. Шухова не соответствуют принципам рационального питания, необходимого для покрытия энергозатрат и

обеспечения пластическими материалами при систематических физических нагрузках.

- Основные проблемы заключаются в нарушении режима питания, дефиците качественных белков и сложных углеводов, недостаточном потреблении овощей и фруктов, а также в несоблюдении питьевого режима.

- Для исправления сложившейся ситуации необходима системная образовательная работа.

Практические рекомендации:

- Внедрение образовательного модуля по основам нутрициологии для студентов-спортсменов в рамках дисциплин по выбору или программ спортивных секций.

- Разработка и распространение памяток с примерами сбалансированных рационов для разных видов спорта, учитывающих бюджет и доступность продуктов.

- Организация консультаций со специалистами-диетологами на базе университетской поликлиники.

Оптимизация питания очень важна для повышения как спортивных результатов, так и общего состояния здоровья студенческой молодежи, активно занимающейся физической культурой и спортом.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Крамской С.И. Технологии формирования здорового образа жизни студентов: учеб. пособие/ С.И. Крамской, В.П. Зайцев, С.В. Манучарян и др.; под ред. В.П. Зайцева, С.И. Крамского. —Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. —191 с.

2. Формирование здоровья студентов: монография /С.И. Крамской, И.А. Амельченко, Е.А. Бондарь и др.; под ред. проф. С.И. Крамского. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. - 128 с.

3. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации: учеб.-метод. пособие / О. О. Борисова. - М.: Советский спорт, 2007. - 132 с.

4. Полиевский С. А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов / С.А. Полиевский. — Москва: Физкультура и Спорт, 2005. — 382 с.

**УДК 517.443**

**Новосельцев В. Д.**

**Научный руководитель: Рябцева С. В., ст. преп.**

**Белгородский государственный технологический университет**

**им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## **РОЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ В ОБРАБОТКЕ ЗВУКА**

Преобразование Фурье – математический метод, позволяющий разложить исходный сигнал на гармонические составляющие. То есть представить его в виде суммы косинусоид или синусоид с определёнными частотами и амплитудами. Из определения можно сделать вывод, что он применяется в задачах, требующих анализа входящих сигналов. Но на практике его область применения ограничивается не только ими. Преобразование Фурье является одним из самых важных алгоритмов XX века, если не самым важным, его влияние охватывает практически все области точных наук. Например, он применяется в алгоритме сжатия изображений JPEG, а также используется для анализа последовательностей ДНК. В данной статье будет рассмотрено применение преобразования Фурье в обработке звука, а также то, как данный метод используется в MP3 для сжатия данных.

Звук в математическом смысле можно представить следующим образом: отдельная нота – это гармонический сигнал, а мелодия, речь или иной звуковой сигнал – это их сумма. Пусть у нас есть мелодия, и мы хотим избавить её от шума. Шумом в таком случае являются слагаемые, соответствующие нежелательным нотам. На Рис. 5 изображён график звукового сигнала нашей мелодии. Как можно избавить его от нежелательных гармоник?

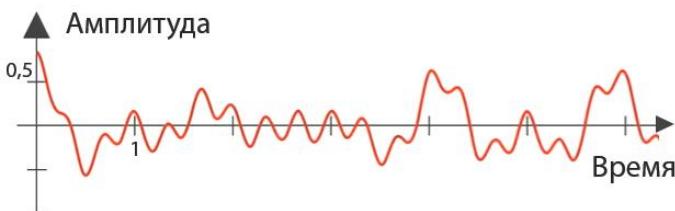


Рис. 5. График звукового сигнала

Для начала необходимо понять, из суммы каких гармонических сигналов он состоит. Помочь с этим может формула преобразования Фурье:

$$G(f) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-2\pi i f t} dt \quad (1)$$

Где  $G(f)$  – функция спектра,  $g(t)$  – функция исходного сигнала,  $t$  – время,  $f$  – частота.

Благодаря ей можно преобразовать исходный график звукового сигнала в график его спектра (Рис. 6).



Рис. 6. График спектра исходного сигнала

Те значения частот, где происходит всплеск по оси амплитуды – это частоты гармоник, из которых состоит наш сигнал. Шумом на Рис. 6 является гармонический сигнал с наибольшей частотой. Теперь мы можем избавиться от него, сведя значение его амплитуды к нулю (Рис. 7).



Рис. 7. Отфильтрованный спектр

Но как нам передать это изменение исходному сигналу? Как получить сигнал, соответствующий новому спектру? Это становится возможным благодаря обратному преобразованию Фурье:

$$g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} G(f) e^{2\pi i f t} df \quad (2)$$

Применив данную формулу к спектру из Рис. 7, мы получим звуковой сигнал, похожий на исходный, но лишённый заглушенной гармоники (Рис. 8). Стоит отметить, что обратное преобразование Фурье возвращает сигнал, приближенный к исходному, а не точно равный ему. Но в большинстве случаев данной погрешностью можно пренебречь.

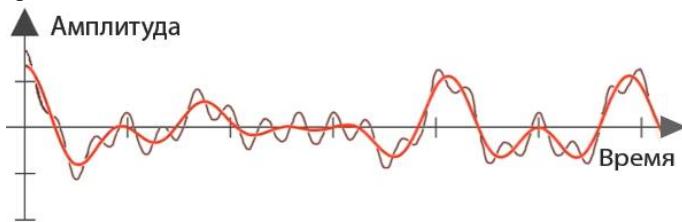


Рис. 8. Отличие нового сигнала от исходного

Таким образом, мы отфильтровали исходную мелодию, избавив её от неприятного для нашего уха шума. Но это не единственный пример использования преобразования Фурье для обработки звука. Например, с помощью данного метода можно делать тише или же громче определённые ноты в мелодии.

Теперь рассмотрим то, как описанный выше алгоритм используется в современном широко используемом аудио-формате MP3 для сжатия данных. MP3 сначала разбивает песню на короткие сегменты. Для каждого сегмента преобразование Фурье разбивает звуковой сигнал на составляющие ноты, которые хранятся вместо исходной волны. Затем алгоритм сжатия избавляется от всех нот, чьи частоты либо слишком низкие, либо слишком высокие для того, чтобы человеческое ухо нормально их воспринимало.

Для эксперимента было взято 10 песен в аудио-формате WAV, в котором отсутствует сжатие (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Затем они были сжаты с помощью MP3 (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). В среднем сжатые файлы оказались в 7 раз меньше исходных, что очень существенно. При этом качество не изменилось.

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Рис. 9. Записи в формате MP3  |  |
| Рис. 10. Записи в формате WAV |  |

Преобразование Фурье - фундаментальный инструмент в обработке звука, обеспечивающий глубокое понимание природы аудиосигналов и эффективные методы их преобразования. Применение рядов Фурье для сжатия данных демонстрирует высокую

эффективность для сигналов с выраженной периодической структурой. Перспективы дальнейших исследований связаны с интеграцией преобразования Фурье с методами искусственного интеллекта и созданием новых стандартов сжатия аудио.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осипов, О. В. Прямое быстрое преобразование Фурье по основанию два с высоким частотным разрешением / О. В. Осипов // Цифровая обработка сигналов. – 2018. – № 4. – С. 59-62.
2. Осипов, О. В. Итерационные алгоритмы БПФ с высоким частотным разрешением / О. В. Осипов // Вычислительные методы и программирование. – 2021. – Т. 22, № 2. – С. 121-134.
3. Осипов, О. В. Спектральный анализ дискретных сигналов с высоким частотным разрешением / О. В. Осипов // Вычислительные методы и программирование. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 270-282.
4. Кошелева, Д. Д. Преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье / Д. Д. Кошелева, А. В. Доронина // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 38. – С. 626-632.

УДК 577.1

*Санников М.В., Смирнов И.С., Филизоп В.С.  
Научный руководитель: Лаврентьев Ф.В., мл. науч. сотр.  
Национальный исследовательский университет ИТМО,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИОПРОТЕКТОРОВ И БЕЗКЛЕТОЧНЫХ СИСТЕМ В СОХРАНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Современная биотехнология требует надёжных способов долговременного хранения и транспортировки биологических объектов – клеточных культур, ферментов и биосинтетических систем. Криоконсервация является ключевым направлением в сохранении функциональной активности микроорганизмов и биомолекул [1]. При этом всё большее внимание уделяется поиску новых криопротекторов и интеграции методов безклеточного синтеза (cell-free expression), позволяющих обеспечить стабильность биологических систем даже без сохранения целостности клеточной структуры. Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки универсальных и малозатратных подходов к стабилизации биоматериалов для

медицинских, фармацевтических и экологических применений. Развитие направлений криобиологии и биоинженерии делает возможным создание комплексных систем, сочетающих химические, физические и молекулярные механизмы защиты клеток. Всё чаще исследователи обращают внимание не только на выбор эффективного криопротектора, но и на оптимизацию скорости замораживания, температуры хранения и последующего восстановления образцов. Эти параметры оказывают прямое влияние на структуру мембран, уровень дегидратации и сохранение активности ферментов, поэтому комплексный подход становится определяющим фактором успешного криохранения.

Криопротекторы представляют собой вещества, предотвращающие повреждения клеток при замораживании и оттаивании. По механизму действия их делят на проникающие и непроникающие. Проникающие криопротекторы, такие как диметилсульфоксид (ДМСО), глицерин, этиленгликоль и пропиленгликоль, способны проникать через клеточную мембрану, снижая точку замерзания и предотвращая внутриклеточную кристаллизацию воды [2]. Они уменьшают осмотические градиенты и стабилизируют белковые структуры. Непроникающие криопротекторы, включая сахарозу, трегалозу, маннитол, поливинилпирролидон и альбумин, действуют во внеклеточной среде, образуя стеклообразную матрицу, которая ограничивает рост кристаллов льда и поддерживает целостность мембран [3]. Сочетание обоих типов криопротекторов часто даёт синергетический эффект – например, комбинация ДМСО и сахарозы повышает выживаемость микроорганизмов при глубоком замораживании. Краткая классификация криопротекторов по их типу и механизму действия приведена в таблице.

Таблица – Классификация криопротекторов

| Тип криопротектора | Примеры соединений                    | Основной механизм действия                                      |
|--------------------|---------------------------------------|---|
| Проникающие        | ДМСО, глицерин, этиленгликоль         | Снижение точки замерзания, предотвращение внутриклеточного льда |
| Непроникающие      | Сахароза, трегалоза, ПВП, альбумин    | Формирование стеклообразной матрицы, защита мембран             |
| Комбинированные    | ДМСО + сахароза, глицерин + трегалоза | Осмотическая и структурная защита клеток                        |

Основные молекулярные механизмы действия криопротекторов связаны с физико-химическими процессами в водных системах при низких температурах. При замораживании образуются кристаллы льда, которые механически повреждают мембранны и вызывают дегидратацию цитоплазмы. Криопротекторы изменяют структуру водородных связей, уменьшая объём связанной воды и повышая долю аморфной фазы. Молекулы трегалозы и сахарозы образуют устойчивые водородные связи с липидами и белками мембранны, заменяя воду и стабилизируя биомолекулы в стеклообразном состоянии. Полимеры и белки, например альбумин, действуют как матрицы, ограничивающие денатурацию белков и агрегацию при оттаивании. В совокупности эти эффекты предотвращают потерю ферментативной активности и структурных свойств биомолекул.

В последние годы возрастает интерес к сохранению смешанных культур – консорциумов, включающих несколько видов молочнокислых бактерий, таких как *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* и *Lactococcus lactis*. Такие системы применяются для производства функциональных кисломолочных продуктов, пробиотиков и биопрепараторов. Основная сложность криоконсервации консорциумов заключается в разной чувствительности штаммов к низким температурам. Оптимизация криопротекторных составов позволяет достичь баланса между осмотической защитой и сохранением метаболической активности. Применение комбинаций сахарозы, трегалозы и ДМСО позволяет увеличить выживаемость клеток более чем в два раза по сравнению с использованием одного агента. Перспективным направлением остаётся исследование поверхностного культивирования на твёрдых носителях и лиофилизации, что даёт возможность получать стабилизированные препараты с высокой биомассой и низкой потерей жизнеспособности при хранении.

Безклеточные системы (cell-free expression, TXTL) представляют собой экстракти, содержащие ферментативный аппарат клетки, но не включающие саму клеточную оболочку. Они позволяют синтезировать белки и метаболиты *in vitro* и при этом значительно устойчивее к условиям хранения. Комбинирование безклеточных систем с методами криоконсервации открывает новые возможности в биотехнологии. Например, лиофилизованные TXTL-системы могут сохранять активность в течение месяцев при комнатной температуре и использоваться для экспрессии белков после регидратации. Это особенно актуально для разработки диагностических наборов и биосенсоров, работающих в полевых условиях. Интеграция TXTL и

криопротекторных сред позволяет получать гибридные платформы, способные к быстрому восстановлению биосинтетической активности после размораживания.

Криозащитные технологии находят применение в медицине, фармацевтике, экологии и промышленной биотехнологии. В медицинской практике они используются для хранения клеток, тканей, пробиотиков и вакцин. В фармацевтической промышленности методы криоконсервации применяются для стабилизации ферментов и белковых препаратов. В экологии подобные технологии востребованы для сохранения микробных сообществ, участвующих в биоремедиации и контроле загрязнений. В биотехнологии криозащита используется при создании долговечных биореакторов и биосенсорных систем. В перспективе возможно развитие адаптивных криопротекторных композиций, включающих антиоксиданты, полиолы и поверхностно-активные вещества, а также внедрение наноструктурированных матриц для направленного сохранения белков и мембран.

Современные тенденции в области криоконсервации направлены на поиск многофункциональных систем, обеспечивающих долговременное сохранение активности биологических культур. Комбинирование традиционных криопротекторов с безклеточными системами синтеза открывает новые возможности для биомедицины и промышленной биотехнологии. Такие подходы позволяют сохранять биологическую активность без необходимости поддержания жизнеспособных клеток, что делает процесс более надёжным и экономически эффективным.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Fuller B.J. Cryoprotectants: the essential antifreezes to protect life in the frozen state [Текст] / Fuller B.J. // CryoLetters. — 2004. — № 25(6). — С. 375-388.
2. Best B.P. Cryoprotectant Toxicity: Facts, Issues, and Questions [Текст] / Best B.P. // Rejuvenation Research. — 2015. — № 18(5). — С. 422-436.
3. Murray A., Kilbride P., Gibson M.I. Trehalose in cryopreservation. Applications, mechanisms and intracellular delivery opportunities [Текст] / Murray A., Kilbride P., Gibson M.I. // RSC Medicinal Chemistry. — 2024. — № 15(9). — С. 2980-2995.

**Семеновых Г.А.**

**Научный руководитель: Семеновых А.Г., канд. физ.-мат. наук, доц.**

**Уральский государственный лесотехнический университет»,  
г. Екатеринбург, Россия**

## **ФИЗИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ В ЗАДАЧАХ СТЕРЕОМЕТРИИ**

Традиционно принято считать, что математика — это прикладная наука, и все новые теории, методы и направления в ней развиваются в ответ на потребности других сфер человеческой деятельности. Исторически большинство математических открытий действительно имело практическую основу. Но, как и многие природные процессы, движение идей в науке происходит в оба направления. Развитие идёт, например, не только от математики к физике, когда математические теории помогают описывать природные явления, но и в обратную сторону — от физики к математике, когда наблюдения и открытия в области физики стимулируют появление новых математических идей и методов.

Одним из ярких примеров такого взаимного влияния является метод масс, широко применяемый в геометрии. Этот метод имеет физическую природу, ведь его основой служит понятие центра масс. Отметим, что метод масс прекрасно работает не только на плоскости, но и в пространстве, что делает его особенноенным инструментом при решении прикладных задач геометрии.

Так же, очень изящно можно решать задачи стереометрии методом «градусника». Этот метод отсылает нас к понятию теплового равновесия. То есть все точки, принадлежащие одной плоскости, должны иметь одинаковую «температуру». Этот метод позволяет интуитивно понять расположение секущей плоскости, не прибегая к сложным алгебраическим вычислениям. По сути, это геометрическая интерпретация принципа линейного изменения параметров — подобно тому, как температура изменяется равномерно между двумя параллельными изотермами.

В работе рассмотрена задача на построение сечения, приведены два метода решения, имеющих физическую природу.

Построение сечений геометрических тел часто используется в прикладных задачах инженерии, архитектуры, строительстве, черчении, физике и даже в медицине (например, в КТ-снимках). Сечение помогает понять внутреннее строение тела, вычислить

площадь разреза, определить объём удаляемой или оставшейся части, найти углы наклона плоскостей, и т.д.

Предположим, что архитектору нужно спроектировать крышу в форме пирамиды и рассчитать площадь стыка между крышей и вставленным мансардным окном, которое проходит через заданные точки рёбер — то есть фактически построить плоскость сечения пирамиды.

Рассмотрим четырехугольную пирамиду ABCDS, для упрощения расчетов будем считать, что в основании пирамиды параллелограмм. Для удобства решения подпишем данные на чертеже, указав коэффициенты в котором, секущая плоскость делит ребра. Из аксиом стереометрии известно, что плоскость можно задать тремя точками, не лежащими на одной прямой. В нашем примере, сечение будет четырехугольником, то есть нам необходимо понять в каком отношении секущая плоскость делит ребро SD.

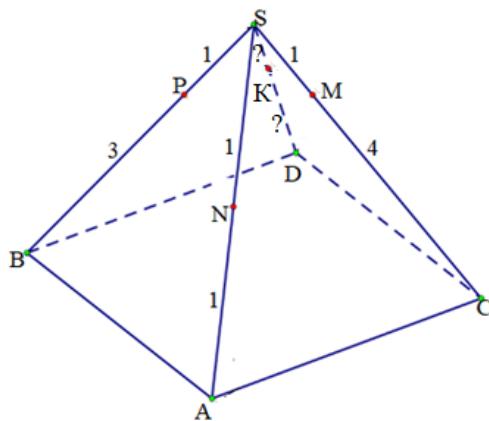


Рис.1 Геометрическая постановка задачи

### 1. Метод градусника.

Для использования этого метода достаточно доказать утверждение что, например, три попарно параллельные плоскости отсекают на любых двух пересекающих эти плоскости прямых пропорциональные отрезки. Доказательство этого утверждения можно построить, например, на теореме Фалеса.

Нарисуем импровизированный градусник. Будем считать, что все точки сечения (обозначим его  $\alpha$ ) имеют нулевую температуру. Далее будем мысленно проводить плоскости, параллельные  $\alpha$ , проходящие

через вершины пирамиды и указывать «температуру» точек плоскостей на градуснике, согласно указанным пропорциям. Точки по разные стороны плоскости  $\alpha$  имеют «температуры» разных знаков. Зададим масштаб градусника, считая «температуру» точек плоскости, проходящей через точку  $S$ , равной 1. Далее, согласно условию задачи, указываем температуры остальных вершин пирамиды. Для определения «температуры» точки  $D$  мы учли равенство векторов  $\vec{AC} = \vec{BD}$ .

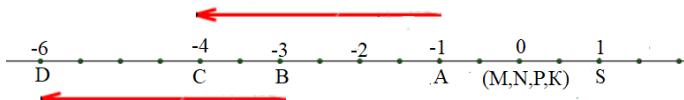


Рис.2. Решение задачи методом «градусника»

Таким образом, мы определили, что сечение делит ребро  $SD$  в отношении  $1/6$  ( $SK/KD=1/6$ ).

## 2. Метод масс.

Напомним, что для использования этого метода достаточно ввести понятие центра масс системы (ЦМ), теорему о единственности ЦМ для данной системы и теорему о перегруппировке (ЦМ системы не изменится, если часть масс заменить одной, равной их сумме) [1].

Для решения пространственных задач методом масс удобно распределять массы в основании фигуры таким образом, чтобы вершина ребра, на котором определяется точка сечения (в нашей задаче ребра  $SD$ ) становилась центром масс. Такой подход позволяет значительно упростить вычисления и сделать рассуждения более наглядными [2].

Распределим грузы в основании следующим образом. Поместим массы 1 в вершины  $B$  и  $C$ . В вершину  $A$  поместим груз -1. Тогда вершина  $D$  станет ЦМ основания. Действительно,

$$m_A \cdot \overrightarrow{DA} + m_B \cdot \overrightarrow{DB} + m_C \cdot \overrightarrow{DC} = 0$$

Теперь уравновесим ребра  $AS$ ,  $BS$ ,  $CS$ , так чтобы точки сечения стали ЦМ соответствующих ребер. Так, чтобы точка  $M$  стала ЦМ ребра  $CS$  в вершину  $S$  поместим груз массой 4. Для ребра  $BS$  точка  $P$  станет ЦМ ребра, если в вершину  $S$  поместим груз массой 3. И наконец, для  $AS$  помещаем в  $S$  груз массой -1. Таким образом, в вершине пирамиды сгруппирован груз  $-1+3+4=6$ . Перегруппируем грузы из вершин  $A, B, C$  в ЦМ основания в точку  $D$  ( $-1+1+1=1$ ). Для того, чтобы точка  $K$  стала ЦМ ребра должно выполняться условие  $SK/KD = m_D/m_S = 1/6$ .

Заметим, что при решении задачи обоими способами, была использована симметрия основания. В случае произвольно

четырехугольника решение задачи значительно усложняется. Автором статьи написана программа, распределяющая массы в произвольном четырехугольнике, так, чтобы одна из вершин стала ЦМ основания.

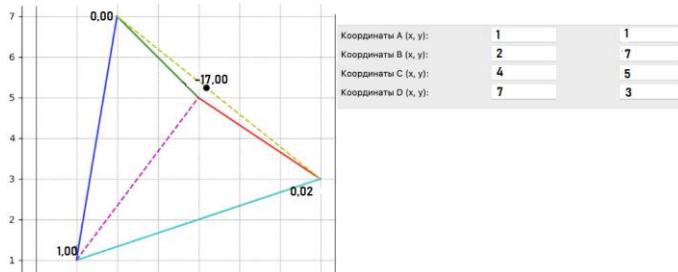


Рис.3 Расчетные результаты программы автора

Проведённое исследование показывает, что физические законы могут эффективно применяться при решении геометрических задач. Использование методов, основанных на аналогиях с физикой, таких как метод масс и метод «градусника», делает процесс решения не только более наглядным, но и более интуитивным. Эти подходы позволяют учащимся глубже понять взаимосвязь между абстрактными математическими моделями и реальными физическими процессами. Благодаря рассмотренным методам многие задачи, которые ранее казались сложными, становятся значительно проще и нагляднее, а физическая интуиция помогает глубже понять суть геометрических соотношений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семеновых Г.А. Нестандартные методы решения геометрических задач// В сборнике: Образование. Наука. Производство. Сборник докладов XVI Международного форума. Белгород, 2024. С.104-108.
2. Семеновых Г.А. Прикладные аспекты метода масс в задачах геометрии // В сборнике: Общество, интеллект, инициатива в контексте междисциплинарных исследований. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2025. С. 5-8.

**Смирнов И.С., Санников М.В., Володарский М.О.**  
**Научный руководитель: Лаврентьев Ф.В., мл. науч. сотр.**  
Национальный исследовательский университет ИТМО,  
г. Санкт-Петербург, Россия

## **БИОСЕНСОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И БЕЗМЕТОЧНЫЕ МЕТОДЫ ДЕТЕКЦИИ**

Современное развитие биотехнологии и аналитической химии определяет растущий интерес к созданию высокочувствительных биосенсоров для медицинской диагностики, экологического мониторинга и фармацевтических исследований. Ключевой тенденцией последних лет стало внедрение безметочных методов детекции, которые позволяют регистрировать взаимодействие биомолекул в реальном времени без использования флуоресцентных или ферментативных меток [1]. Это повышает точность, скорость анализа и сохраняет нативные свойства биологических образцов. Одновременно совершенствуются наноматериалы и методы модификации сенсорных поверхностей, что открывает возможности для миниатюризации устройств и повышения их чувствительности.

Классическая архитектура биосенсора включает биорецепторный элемент, преобразователь сигнала и систему считывания. В зависимости от природы преобразования различают электрохимические, оптические и пьезоэлектрические сенсоры. Наибольшее развитие получили методы поверхностного плазмонного резонанса (SPR), кварцевых микровесов (QCM) и электрохимического импедансного анализа (EIS). Все они обеспечивают регистрацию биохимических взаимодействий в режиме реального времени.

Для безметочных сенсоров важнейшую роль играет поверхность, обеспечивающая специфичное связывание биомолекул. В последние годы особое внимание уделяетсяnanostructured покрытиям – наноплёнкам, нанопроволокам, графену и металлическим наночастицам [2]. Эти структуры увеличивают площадь поверхности, улучшают ориентацию рецепторных молекул и усиливают сигнал за счёт плазмонных и электростатических эффектов. Например, использование золотых наночастиц диаметром 10-30 нм на поверхности SPR-чипа позволяет увеличить чувствительность сенсора в 3-5 раз, а применение графеновых подложек обеспечивает сверхвысокое

отношение сигнала к шуму при анализе белок-лигандных взаимодействий.

Кварцевые микровесы с диссипацией (QCM-D) остаются одним из самых универсальных методов для изучения межфазных процессов, в том числе в биологических системах. Этот метод основан на регистрации изменения частоты резонанса кварцевого кристалла при адсорбции массы на его поверхности. В отличие от классического подхода, модификация QCM-D позволяет одновременно измерять частоту и диссипацию энергии, что даёт информацию не только о массе, но и о механических свойствах слоя. Это делает метод особенно полезным при анализе мягких биополимерных и липидных покрытий.

Сравнительные характеристики безметочных методов детекции приведены в таблице.

Таблица – Основные безметочные методы биосенсорики

| Метод   | Принцип регистрации                                    | Диапазон детекции  | Особенности  |
|---|--|--------------------|--|
| SPR (поверхностный плазмонный резонанс)                       | Изменение угла отражения при связывании биомолекул     | ПМ-НМ              | Высокая чувствительность, требуется металлический слой |
| QCM-D (кварцевые микровесы с диссипацией)                     | Изменение частоты и диссипации колебаний резонатора    | ПГ/см <sup>2</sup> | Одновременный анализ массы и вязкоупругих свойств слоя |
| EIS (электрохимический импедансный спектроскопический анализ) | Изменение импеданса поверхности при связывании аналита | НМ-ММ              | Высокая воспроизводимость, совместим с микрофлюидикой  |

Одним из актуальных направлений является интеграция наноматериалов и безклеточных систем (cell-free expression) для создания гибридных биосенсоров. Такие системы позволяют синтезировать белки-рецепторы непосредственно на сенсорной подложке, что исключает необходимость сложной иммобилизации. Например, использование TXTL-систем в сочетании с QCM-D позволяет регистрировать синтез мембранных белков в режиме реального времени, сохраняя их нативную конформацию и

функциональность. Это открывает перспективы для разработки быстродействующих диагностических платформ, пригодных для анализа в полевых и клинических условиях [3].

Важным направлением остаётся развитие микрофлюидных и портативных сенсорных систем. Объединение нанопокрытий, безметочных методов и искусственного интеллекта позволяет создавать адаптивные устройства, способные автоматически распознавать аналитические сигналы и проводить многопараметрический анализ. Подобные технологии находят применение в экспресс-диагностике инфекций, мониторинге загрязнения воды и разработке новых фармацевтических препаратов.

Таким образом, современные биосенсорные технологии нового поколения формируются на пересечении нанотехнологий, биофизики и молекулярной биологии. Использованиеnanostructuredированных поверхностей и безметочных методов детекции обеспечивает повышение чувствительности, селективности и стабильности сенсоров. Интеграция с безклеточными системами и микрофлюидикой открывает путь к созданию интеллектуальных биосенсоров будущего, способных анализировать сложные биологические процессы в реальном времени.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Homola J. Surface Plasmon Resonance Sensors for Detection of Chemical and Biological Species [Текст] / Homola J. // Chemical Reviews. — 2008. — № 108(2). — C. 462-493.
2. Darwish M.A., Abd-Elaziem W., Elsheikh A., Zayed A.A. Advancements in nanomaterials for nanosensors: a comprehensive review [Текст] / Darwish M.A., Abd-Elaziem W., Elsheikh A., Zayed A.A. // Nanoscale Advances. — 2024. — № 6(16). — C. 4015-4046.
3. Khakimzhan A, Izri Z, Thompson S, Dmytrenko O, Fischer P, Beisel C, Noireaux V. Cell-free expression with a quartz crystal microbalance enables rapid, dynamic, and label-free characterization of membrane-interacting proteins [Текст] / Khakimzhan A, Izri Z, Thompson S, Dmytrenko O, Fischer P, Beisel C, Noireaux V. // Communications Biology. — 2024. — № 7(1). — C. 1-11.

**Смыкова А.В., Омельчук Д.А.**

**Научный руководитель: Клокова Е.А.**

**Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## **МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ У студентов РАЗНОГО УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ**

В статье рассматривается проблема реализации дифференцированного подхода к развитию выносливости у студентов. Проанализированы физиологические основы выносливости и определены критерии, позволяющие распределять студентов на группы в зависимости от уровня их физической подготовленности. Представлены конкретные методики и средства, направленные на развитие общей и специальной выносливости с учетом индивидуальных особенностей. Особое внимание уделено вопросам дозирования физической нагрузки, контроля за функциональным состоянием и формирования мотивации к занятиям.

Выносливость как физическое качество выступает ключевым фактором, определяющим здоровье и общую физическую подготовленность человека [1, с. 45].

Актуальность данной работы определяется тем, что в рамках стандартной учебной программы преподавателю нередко приходится ориентироваться на «среднего» студента. В результате студенты с низким уровнем физической подготовленности испытывают трудности при выполнении заданий и утрачивают мотивацию, тогда как более подготовленные студенты не получают достаточных стимулов для дальнейшего развития. Разнородность уровня физической подготовленности является объективным фактом, что обуславливает необходимость применения научно обоснованного дифференцированного подхода [2, с. 12].

Выносливость представляет собой способность организма противостоять физическому утомлению в процессе мышечной деятельности. Различают два основных её вида: *общую выносливость* - способность выполнять длительную работу умеренной интенсивности с участием крупных мышечных групп, и *специальную выносливость* - способность эффективно действовать в рамках конкретного вида спортивной или двигательной активности [3, с. 78].

Физиологической основой общей выносливости служат аэробные возможности организма, которые определяются эффективностью функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также способностью мышц усваивать кислород. Главным показателем этих возможностей является максимальное потребление кислорода (МПК). В детском и подростковом возрасте аэробные функции активно развиваются, что делает данный период сенситивным для целенаправленного формирования выносливости [4, с. 91].

Развитие выносливости сопровождается адаптационными изменениями в организме, выражаяющимися в:

1. увеличении ударного и минутного объема сердца;
2. повышении содержания миоглобина и числа митохондрий в мышечных волокнах;
3. совершенствовании нейроэндокринной регуляции.

Эффективная разработка дифференцированной методики развития выносливости требует корректного распределения студентов на группы. Наиболее результативным считается комплексный подход, основанный на использовании нескольких взаимодополняющих критерийев.

Критерии распределения:

1. *Результаты тестирования.* Наиболее объективным тестом для оценки общей выносливости является бег на 1000 м (или 6-минутный бег) [5, с. 34]. На основе нормативов, рекомендованных программой по физической культуре, а также с учетом местных региональных стандартов, можно выделить три группы:

— Группа А (низкий уровень): студенты, показавшие результат ниже удовлетворительного. Быстрое наступление утомления, неспособность поддерживать заданный темп, низкие аэробные возможности.

— Группа Б (средний уровень): студенты, выполнившие норматив на «удовлетворительно» и «хорошо». Стабильные показатели, адекватная реакция на стандартную нагрузку.

— Группа В (высокий уровень): студенты, показавшие результат «отлично» и выше. Высокие функциональные возможности, быстрая восстановляемость.

2. *Медицинские показания.* Обязательным этапом является учет медицинской группы здоровья (основная, подготовительная, специальная). Студенты подготовительной и специальной групп требуют особого подхода и индивидуальных заданий.

*3. Субъективные показатели.* Наблюдение преподавателя за реакцией учащегося на нагрузку (цвет лица, потоотделение, координация, жалобы) и данные пульсометрии.

Важнейшим инструментом объективного контроля интенсивности нагрузки является частота сердечных сокращений (ЧСС). Для развития аэробной выносливости у студентов оптимальной является зона интенсивности в пределах 140-160 уд/мин [6, с. 112].

- Для группы А: целевая ЧСС – 130-150 уд/мин.
- Для группы Б: целевая ЧСС – 150-160 уд/мин.
- Для группы В: целевая ЧСС – 160-170 уд/мин (с элементами смешанной аэробно-анаэробной нагрузки).

*Дифференцированная методика развития выносливости.* Методика строится на вариативности применяемых средств, интенсивности, объема нагрузки и плотности занятия.

*Методы и средства для группы А (низкий уровень).* Цель метода заключается в постепенном повышение аэробного потенциала, формирование уверенности в своих силах. Средства:

- Дозированный бег в медленном темпе (2-4 минуты).
- Быстрая ходьба с переходами на бег.
- Передвижение на лыжах по равнинной местности.
- Плавание в спокойном темпе без остановок.
- Подвижные игры низкой интенсивности («Салки с домиком»).

Небольшой объем работы (до 50% от общего времени занятия). Обязательные паузы для отдыха. Акцент на технике выполнения, а не на скорости. Использование игровых сюжетов для снижения психологического барьера.

*Методы и средства для группы Б (средний уровень).* Цель метода в стабильном развитие аэробной производительности, расширение арсенала двигательных умений. Средства:

- Кроссовый бег в среднем темпе (5-8 минут).
- Бег с изменением скорости (например, 200 м медленно + 100 м быстро).
- Преодоление полосы препятствий.
- Спортивные игры (футбол, баскетбол) с акцентом на постоянное перемещение.
- Круговые тренировки с аэробными станциями (прыжки со скакалкой, берпи, бег на месте).

Средний объем нагрузки (60-70% времени занятия). Постепенное увеличение интенсивности. Введение элементов соревновательного характера [7].

*Методы и средства для группы В (высокий уровень).* Цель в развитие специальной выносливости, повышение функциональных резервов. Средства:

- Интервальный бег (например, 4x400 м с отдыхом 2-3 минуты).
- Темповый бег (поддержание высокой скорости на дистанции 800-1000 м).
- Бег в гору.
- Участие в школьных и районных соревнованиях по кроссу, лыжным гонкам.
- Круговые тренировки высокой интенсивности (НПТ-протоколы в адаптированном для подростков виде).

Большой объем и высокая интенсивность нагрузки (до 80% времени занятия). Акцент на волевую мобилизацию. Возможность выполнения роли лидера или помощника преподавателя при работе с менее подготовленными одногруппниками.

Реализация дифференцированного подхода требует от преподавателя тщательного планирования.

1. *Этап диагностики.* В начале учебного семестра провести контрольное тестирование (бег на 1000 м) и анкетирование по субъективному отношению к нагрузке.

2. *Планирование пары.* В конспекте пары должно быть четко прописаны задания для каждой группы. Например, в основной части занятия при развитии выносливости:

- Группа А: 3 минуты бега в чередовании с ходьбой (2 мин бег / 1 мин ходьба).
- Группа Б: 8 минут непрерывного бега с равномерной скоростью.
- Группа В: 2 серии по 5 минут бега с ускорением на последних 100 м каждого круга.

3. *Принцип динамичности.* Состав групп не должен оставаться неизменным. Один раз в 2–3 месяца необходимо проводить повторное тестирование, по результатам которого студенты могут переходить из одной группы в другую. Такая система служит сильным мотивирующим фактором, побуждающим к личному прогрессу.

4. *Формирование положительного психологического климата.* Важно избегать любых проявлений стигматизации. Следует отказаться от обозначений вроде «слабая группа», заменив их более нейтральными и мотивирующими формулировками, например: «стартовая», «основная», «группа лидеров». Особое внимание рекомендуется уделять поощрению индивидуального прогресса, а не только сравнительных или абсолютных результатов.

Эффективное развитие выносливости у студентов невозможно при использовании унифицированных методик. Представленная в статье дифференцированная система, основанная на объективной оценке уровня физической подготовленности, позволяет оптимизировать учебный процесс, повысить его безопасность и результативность для каждого студента.

Ключевыми компонентами данной методики являются: комплексная диагностика, применение пульсометрии для контроля нагрузки [8], вариативность методов и дозирования, а также гибкая система группировки, обеспечивающая возможность отслеживать динамику физического развития.

Внедрение этого подхода в практику физического воспитания будет способствовать не только повышению уровня физической подготовленности, но и формированию устойчивой мотивации к регулярным занятиям физической культурой, что соответствует ключевым задачам современного образования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лях, В. И. Физическая культура. 1–11 классы: Комплексная программа физического воспитания учащихся / В. И. Лях, А. А. Зданевич. – М.: Просвещение, 2020. – 127 с.
2. Кузнецов, В. С. Теория и методика физической культуры: учебник / В. С. Кузнецов. – М.: Академия, 2019. – 410 с.
3. Солодов, В. А. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / В. А. Солодов. – М.: Спорт, 2021. – 620 с.
4. Холодов, Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Академия, 2022. – 480 с.
5. Баршай, В. М. Дифференцированный подход в физическом воспитании школьников / В. М. Баршай // Физическая культура в школе. – 2021. – № 5. – С. 33–38.
6. Карпушко, Н. А. Использование мониторинга ЧСС для управления нагрузкой на уроке физической культуры / Н. А. Карпушко // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2020. – № 3. – С. 110–114.
7. Козина, Ж.Л. Спортивные игры: учебник для студентов педагогических вузов факультетов физического воспитания в 2-х томах / Ж.Л. Козина, И.Б. Гринченко, С.И. Крамской, Ю.М. Поярков; под общей ред. Ж.Л. Козиной. – Харьков, 2013. – Т.1. – 446 с.

8. Головко, Н.Г. Модель тренировки спортсмена: учебно-методическое пособие / Н.Г. Головко, И.Ю. Воронин. - Белгород: Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. – 56 с.

**УДК 574.63**

**Субботин И.А.**

**Научный руководитель: Святченко А.В., канд, техн, наук, доц.**  
**Белгородский государственный технологический университет**  
**им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЕМОВ**

Самоочищение водоемов представляет собой совокупность процессов, которые в итоге ведут к восстановлению природных свойств водной среды. В воде протекают процессы смешения, распада, осаждения веществ, загрязняющих водоемы. В результате самоочищения участвуют химические, физические и биологические процессы, которые проходят в водоеме [1-2].

К химическим процессам относят окисление неорганических и органических веществ, взаимодействие воды с растворенными минералами и солями способствующие дезинфекции.

К физическим относят: разбавление загрязнений чистой водой из притоков, осаждение нерастворимых веществ, перемешивание воды, ведущее к снижению концентрации загрязнений, ультрафиолетовое обеззараживание.

Биологические процессы самоочищения включают деятельность микроорганизмов, водных растений и животных, которые поглощают загрязнители и разлагают органические вещества. К ним относят аэробное и анаэробное разложение, фиторемедиацию и фильтраторы (моллюски, раки) [2-3].

Для решения данной проблемы необходимо изучать качество воды и выявлять факторы, влияющие на процессы самоочищения.

К факторам, влияющим на процесс самоочищения водоемов, относят течение воды. Быстрое течение позволяет снизить концентрацию загрязняющих веществ за счет перемешивания, снижая тем самым концентрацию. Дополнительно происходит активное насыщение кислородом, что способствует поддержанию кислородного баланса, необходимое водным обителям и растениям.

Следующий важный фактор – температура: чем ниже, тем медленнее происходит процесс. За счет снижения температуры

биологические процессы идут на спад, самоочищение протекает менее интенсивно. Температурный режим тесно связан с УФ-излучением. Под воздействием усиленного солнечного света, а точнее его ультрафиолетовой составляющей, и кислорода происходит активный распад химических веществ на более простые и безопасные вещества. Данное уточнение позволяет выделить третий фактор – кислородный режим. Концентрация кислорода в воде определяет скорость разложения загрязнителей [3-4].

К другим значимым факторам относится видовой состав гидробионтов. Они работают в этом случае, как фильтраторы, поглощая загрязняющие вещества в качестве пищи.

Несмотря на перечисленные факторы, которые должны благоприятно и регулярно влиять на самоочищение, существуют ситуации, мешающие этому процессу. Основная причина – это промышленность. Вещества, выбрасываемые в воду, нарушают способность природы к самоочищению. Экосистема начинает погибать из-за смены гидробиологического режима. Различного рода химикаты загрязняют и перегружают системы водоема, не позволяя восстанавливаться. Способность справляться с объемом поступающих загрязняющих веществ ухудшается от действия промышленных стоков. Сбросы могут влиять на скорость течения. Происходит замедление циркуляции. Застой воды способствует потере кислорода и соответственно невозможности нормальной жизни обитателей водоема. Загрязнители, находящиеся в растворенном состоянии и скапливающиеся на дне, отравляют экосистему. Биологическое равновесие нарушается, способствуя доминированию одних видов микроорганизмов над другими [5-6].

Таким образом, процесс самоочищения представляет собой сложную систему, зависящую от комплекса взаимосвязанных факторов. Самоочищение является реальным, но ограниченным механизмом. Водоемы способны нейтрализовать загрязнители лишь в условиях умеренной, нерегулярной антропогенной нагрузки. Превышение порога устойчивости экосистемы приводит к подавлению естественных механизмов очистки, деградации и потере его ресурсного состояния. Следует регулировать баланс, учитывать природные возможности и снижать антропогенное воздействие.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Авакян, А.Б. Комплексное использование и охрана водных ресурсов: [Учебное пособие для географических специальностей вузов] / А.Б. Авакян, В.М. Широков. – Минск: Университетское, 1990. – 240 с.
2. Кондрашин, К.Г. Процессы самоочищения природных вод и их лабораторная модель / К.Г. Кондрашин // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2022. – № 2. – С. 107-115.
3. Бондаренко, В.В., Сучкова, Н.Б. Роль водной растительности в процессах самоочищения водных объектов от нефтепродуктов / В.В. Бондаренко, Н.Б. Сучкова // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2015. – № 1. – С. 64-75.
4. Нагметов, Х.С. Роль гидробионтов в самоочищении водоемов / Х.С. Нагметов // Экономика и социум. – 2020. – № 5-2 (72). – С. 6-8.
5. Святченко, А.В., Свергузова, С.В., Сапронова Ж.А. Оценка поверхностного стока автозаправочных станций г. Старый Оскол (Белгородская область) / А.В. Святченко, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2020. – № 3 (125). – С. 92-99.
6. Яковлев, Е.Ю., Дружинина, А.С., Дружинин, С.В., Иванченко, Н.Л. Оценка воздействия промышленных выбросов на качество поверхностных вод Кольского полуострова / Е.Ю. Яковлев, А.С. Дружинина, С.В. Дружинин, Н.Л. Иванченко // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2022. – № 6. – С. 88-101.

**УДК 633.15**

**Сучкова М.Г., Асташов А.Н., Куколева С.С.**  
Российский научно-исследовательский и проектно-технологический  
институт сорго и кукурузы, г. Саратов, Россия

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ РАСТОРОПШИ ПЯТИСТОЙ (SILYBUM MARIANUM (L.)) ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

Сегодня изменения погодных условий, непосредственно повышение температуры и переориентация рынков сбыта, требуют расширения сортимента возделывания масличных культур, в первую очередь засухоустойчивых и жаростойких. Среди таковых особенно перспективными являются масличные культуры семейства Asteraceae [1].

Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) - универсальная культура, которая адаптировалась к самым разным почвам и условиям окружающей среды на всех континентах. На сегодняшний день плоды ("семена") этого растения являются единственным надежным источником силимарина, который, учитывая его признанные терапевтические эффекты и множество существующих и потенциальных применений, в последние годы привел к значительному переоткрытию и повышению качества этого растения [2]. Расторопшу применяют для создания таблетированной лекарственной продукции, а плоды отлично используются в качестве сухого экстракта [3, 4, 5].

Кроме семян для лечения используют также корни и листья, из которых изготавливают препараты против отложения солей. Обнаружено, что флавоноиды регулируют нарушенную проницаемость капилляров и увеличивают их прочность в организме человека. Следовательно расторопшу используют в косметологии, поскольку речь идет о предупреждении старости [6].

В целом, несмотря на то, что во всем мире было проведено множество исследований биологической активности, фитохимии и генетики расторопши пятнистой, было проведено мало исследований по основам ее агрономии. Однако многочисленные возможности использования этого растения и его меньшая потребность во внешних ресурсах позволяют предположить, что расторопша может идеально вписаться в число наиболее интересных альтернативных культур даже в неблагоприятных условиях.

Материал и методика исследований. Объектом исследования в 2025 году являлись сорта собственной и иннорайонной селекции: Дебют, Старт, Прометей, Амулет, St – Молодежная 40. коллекционного питомника расторопши пятнистой.

Закладка питомника производилась 15 мая 2025 г., посев проводился селекционной сеялкой СКС-6-10 на делянках площадью 7,7 м<sup>2</sup>.

Полные всходы расторопши отмечены на 14-й день (29 мая 2025 г.)

Учет всех показателей проводили согласно методике государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур [7].

Результаты исследований. В отчетный период проводились измерение линейных показателей листа и диаметра розетки изучаемых сортообразцов (таблица 1). Данные признаки напрямую влияют на продуктивность культуры: в период формирования розетки с несколькими парами листьев от того, как расторопша может

конкурировать с сорняками, зависит дальнейшее развитие растений [8]. Длина листа у изучаемых сортов варьировала в пределах 16,5-20,4 см, ширина листа – 8,8-10,0 см, диаметр розетки – 32,7-39,0. Максимальные показатели выявлены у сорта Прометей.

Таблица 1. – Морфометрические показатели сортообразцов расторопши пятнистой, см

| Сортообразцы             | Длина листа | Ширина листа | Диаметр розетки |
|--------------------------|-------------|--------------|-----------------|
| Молодежная 40            | 16,5        | 9,3          | 32,7            |
| Амулет                   | 20,3        | 9,2          | 36,0            |
| Прометей                 | 20,4        | 9,5          | 39,0            |
| Старт                    | 18,2        | 8,8          | 35,4            |
| Дебют                    | 17,8        | 10,0         | 35,3            |
| Средняя и ее ошибка      | 18,64±0,75  | 9,36±0,2     | 35,68±1,01      |
| Min-Max                  | 16,5-20,4   | 8,80-10,00   | 32,70-39,00     |
| Коэффициент вариации (V) | 9,03        | 4,69         | 6,30            |

В 2025 году сортообразцы расторопши пятнистой по признаку «высота растений» были распределены следующим образом: в группу низкорослые отнесены 3 сорта, к среднерослым 1 изучаемый образец и в группу высокорослых растений (>120 см) вошел 1 сортообразец (таблица 2). Высота растений варьировала в пределах 33,6- 123,3 см. Максимальные показатели выявлены у сорта Молодежная 40 (рисунок 1).

Таблица 2. – Группировка образцов расторопши по признаку «высота растений» согласно классификатору биометрических показателей сортов расторопши.

| Степень выраженности | Высота растений, см | Индекс | Сорта расторопши       |
|----------------------|---------------------|--------|------------------------|
| Низкие               | менее 90            | 3      | Дебют, Прометей, Старт |
| Средние              | 90-120              | 5      | Амулет                 |
| Высокие              | более 120           | 7      | Молодежная 40          |

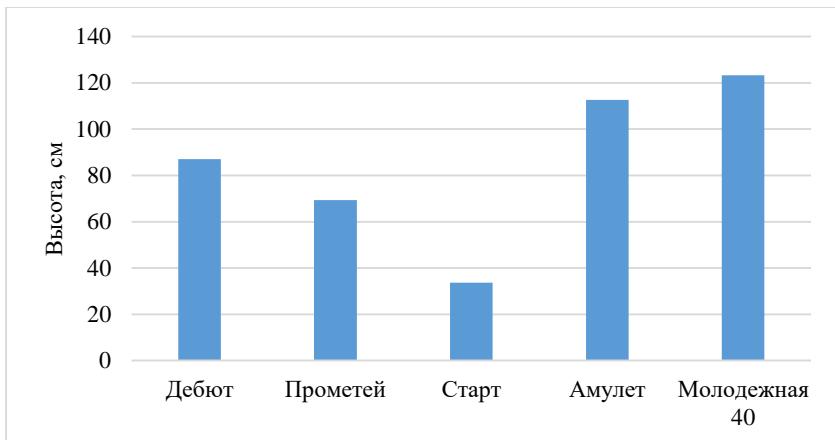


Рис. 1. Распределение образцов расторопши по признаку «высота растений»

Изучение питомника исходного материала расторопши пятнистой позволило дать оценку сортам собственной и инорайонной селекции по основным хозяйствственно-ценным признакам. Выявлены биологические особенности формирования фотосинтетического аппарата расторопши пятнистой в зависимости от сорта. Максимальные показатели листовой поверхности были выявлены у сорта Прометей. При оценке сортов расторопши по признаку «высота растений» выделили группы: высокорослые, среднерослые и низкорослые. Максимальные показатели выявлены у сорта Молодежная 40.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Прахова, Т.Я. Интродукция и продуктивность масличных культур семейства Asteraceae в условиях Среднего Поволжья / Т.Я. Прахова // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). – С. 164-173.
2. Marceddu, R. Milk thistle (*Silybum Marianum L.*) as a novel multipurpose crop for agriculture in marginal environments: A review / R. Marceddu, et al. //Agronomy. – 2022. Т. 12. №. 3. – С. 729.
3. Куркин, В.А. Антиоксидантные свойства флаволигнанов плодов *Silybum marianum* (L.) Gaertn / В.А. Куркин [и др.] // Растительные ресурсы. – 2003. Вып. 1. – С. 89-93.
4. Государственная Фармакология Российской Федерации. XIII издание. Т. 2/М. - 2015. - 1470 с.

5. Асташов, А.Н. Перспективы селекции расторопши пятнистой (silybum marianum L.) / А.Н. Асташов, Ю.В. Бочкирева, Т.В. Родина, О.В. Киреева // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 5 (59).

6. Гущина, В.А. Значение расторопши пятнистой и её реакция на условия произрастания / В.А. Гущина, Е.С. Чижов // Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2023. – С. 30-33.

7. Методика государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. – М., 1983. – 184 с.

8. Хомина, В.Я. Возделывания расторопши пятнистой в условиях лесостепи Украины / В.Я. Хомина, В.А. Таракюк // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. № 2 (21). – С. 20-22.

**УДК 577.1**

**Филозоп В.С., Володарский М.О., Санников М.В.**

**Научный руководитель: Ашихмина М.С., канд. техн. наук**

**Национальный исследовательский университет ИТМО,**

**г. Санкт-Петербург, Россия**

## **КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ АΝΤИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ТРОЛОКСА**

Тролокс используется как модельный/пищевой антиоксидант и добавка в исследованиях окислительного стресса; широкие практические области [1, 2]:

- пищевая промышленность - как стандартизованный антиоксидант в модельных системах и добавках;
- фармацевтика и нутрицевтика - в исследованиях радиопротекции, нейропротекции и кардиопротекции;
- косметика - как антиоксидант для защиты липидных фаз и кожи;
- фундаментальные исследования - как референт при сравнении эффективности новых фенольных антиоксидантов.

Активные формы кислорода (АФК) - высоко реакционноспособные молекулы/радикалы ( $O_2^{-\bullet}$ ,  $H_2O_2$ ,  $\cdot OH$ ,  $^1O_2$ ), которые при избытке вызывают оксидативный стресс и повреждение биомолекул. Антиоксиданты нейтрализуют АФК различными путями; в данной работе мы ограничиваемся механизмом передачи атома водорода (HAT - Hydrogen Atom Transfer) и детально рассматриваем

поведение тролокса как донора водорода в рамках НАТ. Механизм НАТ предполагает прямую абстракцию атома H (электрон + протон) от антиоксиданта радикалом-акцептором ( $R\cdot$ ).



Ключевой термодинамический параметр - энергия диссоциации связи A–H (BDE). Чем меньше BDE для целевой O–H связи, тем легче происходит передача H и тем выше потенциальная антиоксидантная эффективность по механизму НАТ. Для тролокса (хроманольный фрагмент, аналог токоферола) важны также факторы стабилизации радикала  $A\cdot$  после отбора H: делокализация спиновой плотности по ароматическому/хромановому фрагменту, эффекты сопряжения и внутримолекулярные водородные связи, которые понижают энергию радикала и, соответственно, BDE. Гидрофобный/амфи菲尔ный характер тролокса обеспечивает его активность как в липидных, так и в водных средах, что влияет на кинетику НАТ (доступность радикала и растворитель).

Квантово-химические расчёты были выполнены с использованием программного пакета ORCA 6.0.0. Геометрия молекул была полностью оптимизирована методом функционала гибридной плотности B3LYP в комбинации с базисным набором def2-SVP для всех атомов. Для ядер, описываемых эффективными потенциалами, применялся вспомогательный базис def2-SVP/C. Для ускорения расчётов использовалась приближённая схема оценки обменных интегралов RIJCOSX в сочетании с плотной сходимостью по SCF (TightSCF) и геометрии (TightOpt). Для учёта дисперсионного взаимодействия применялась коррекция D4, реализованная в рамках подхода Grimme. После оптимизации геометрий были проведены расчёты гармонических колебаний (Freq) для подтверждения истинности минимумов (отсутствие мнимых частот) и для оценки термодинамических параметров. Из оптимизированных геометрий вычислялись следующие молекулярные характеристики: энергия гомо- и люмо-орбиталей (HOMO, LUMO), их энергетический зазор (HOMO–LUMO gap) как индикатор электронной стабильности молекулы, а также энергия связи с атомом водорода (BDE), рассматриваемая в контексте механизма НАТ как ключевой параметр антиоксидантной активности.

В рамках проведённого исследования методом функционала плотности (DFT) на уровне B3LYP/def2-SVP с дисперсионной коррекцией D4 выполнены расчёты ключевых параметров, характеризующих антиоксидантный потенциал тролокса. Основное

внимание уделено вычислению энергии разрыва связи O–H (BDE), энергетического зазора между граничными орбиталями (HOMO-LUMO gap).

Получены следующие значения: энталпия диссоциации связи O–H (BDE): 69 ккал·моль<sup>-1</sup> ( $\approx$  292,0 кДж·моль<sup>-1</sup>), HOMO–LUMO gap: 0,18 E(h) ( $\approx$  5 эВ).

Значение BDE  $\approx$  69 ккал·моль<sup>-1</sup> свидетельствует о сравнительно низкой энергии разрыва O–H для тролокса по сравнению с менее активными фенолами (для многих простых фенолов BDE часто больше  $\sim$  80 ккал·моль<sup>-1</sup>), что указывает на хорошую термодинамическую склонность тролокса отдавать H и нейтрализовать радикалы через НАТ. Низкая BDE – главный индикатор эффективности по механизму НАТ: чем меньше BDE, тем легче формируется стабилизированный радикал A<sup>•</sup> и тем более эффективен антиоксидант.

HOMO–LUMO gap  $\approx$  0,18 E(h) ( $\approx$  5 eV) указывает на умеренно большой энергетический разрыв, то есть на относительную электронную стабильность молекулы. Для механизма НАТ первостепенно значение BDE; высокий gap не препятствует НАТ, но может говорить о том, что одноэлектронные процессы (SET) для тролокса менее предпочтительны по сравнению с НАТ. Практически, тролокс сочетает способность легко отдать H (низкий BDE) с достаточной молекулярной стабильностью (умеренный gap), что делает его эффективным и селективным донором водорода [3].

Высокая эффективность тролокса по механизму НАТ объясняется: стабилизацией радикала A<sup>•</sup> за счёт делокализации спиновой плотности по хромановому/ароматическому фрагменту; возможной внутренней конформационной гибкостью и внутримолекулярными взаимодействиями, снижающими энергию радикала; амфи菲尔ностью молекулы – это увеличивает её активность как в липидных, так и в водных средах, важную для биологических применений.

Полученные значения подтверждают, что тролокс будет эффективен как антиоксидант преимущественно через НАТ, особенно в средах, где прямой перенос H преобладает (липидные среды, средние по полярности растворители). Это делает его хорошим эталоном/референтом при сравнении новых фенольных соединений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ahram Kim, Chiaki Yonemoto, Chitho P. Feliciano, Babita Shashni, Yukio Nagasaki Antioxidant Nanomedicine Significantly Enhances the

Survival Benefit of Radiation Cancer Therapy by Mitigating Oxidative Stress-Induced Side Effects [Текст] / Ahram Kim, Chiaki Yonemoto, Chitho P. Feliciano, Babita Shashni, Yukio Nagasaki // Small. — 2021. — № 21. — С. 2008210.

2. Ромодин, Л. А. Влияние тролокса, рибоксина (инозина) и индралина на индуцированный воздействием рентгеновского излучения окислительный стресс в клетках линии A549 [Текст] / Л. А. Ромодин // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. — 2025. — № 167. — С. 66-86.

3. Воробьева, Н. В., Кулаков, В. В., Казаченко, Ю. В., Пинегин, Б. В. Действие антиоксидантов TEMPOL, TROLOX и TIROX на образование нейтрофильных внеклеточных ловушек [Текст] / Н. В. Воробьева, В. В. Кулаков, Ю. В. Казаченко, Б. В. Пинегин // Иммунология. — 2016. — № 3. — С. 143-149.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Variushina K. I., Podistova A. A., Galyshева Yu. A.

|   |   |
|---|---|
| DIVERSITY AND STRUCTURAL FEATURES OF THE MACROBENTHOS OF THE UNDERWATER ISLANDS OF THE KIEVKA BAY OF THE SEA OF JAPAN ..... | 3 |
|---|---|

Авдеев Р.Р., Клемешова Ю.С.

|  |   |
|--|---|
| ВНУТРЕННИЙ ИНСТРУКТОР ПО ПЕРВОЙ ПОМОЩИ НА ПРЕДПРИЯТИИ — КОГДА ВЫГОДНО, КАК СОХРАНИТЬ КАЧЕСТВО И ВЫПОЛНИТЬ ПРИКАЗ МИНЗДРАВА № 220н..... | 7 |
|--|---|

Вергейчик А.В., Педан Д.О.

|   |    |
|---|----|
| СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ПЛАСТИКОВ ..... | 10 |
|---|----|

Володарский М.О., Филозоп В.С., Смирнов И.С.

|  |    |
|--|----|
| ПОТЕНЦИАЛ КОФЕИНА И ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ КАК АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ АГЕНТОВ ..... | 13 |
|--|----|

Иващенко И. А.

|   |    |
|---|----|
| ЭФФЕКТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ ИНДЕКСИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕЛЯЦИОННЫХ СУБД В СИСТЕМАХ КЛАССА ERP ..... | 17 |
|---|----|

Карбашева Е.Р.

|   |    |
|---|----|
| ТВЕРДЫЕ КОММУНАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОСИСТЕМУ..... | 20 |
|---|----|

Куколева С.С.

|   |    |
|---|----|
| ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СРОКОВ ПОСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРИАНДРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ..... | 23 |
|---|----|

Нежданова А.И., Широчкина А.И.

|  |    |
|--|----|
| ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПО ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ..... | 27 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Новосельцев В. Д.   |    |
| СПОРТ И ПИТАНИЕ: АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРИВЫЧЕК СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ.....   | 32 |
| Новосельцев В. Д.   |    |
| РОЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ В ОБРАБОТКЕ ЗВУКА .....   | 37 |
| Санников М.В., Смирнов И.С., Филизоп В.С.   |    |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРИОПРОТЕКТОРОВ И БЕЗКЛЕТОЧНЫХ СИСТЕМ В СОХРАНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР .....        | 40 |
| Семеновых Г.А.  |    |
| ФИЗИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ В ЗАДАЧАХ СТЕРЕОМЕТРИИ.....   | 44 |
| Смирнов И.С., Санников М.В., Володарский М.О.   |    |
| БИОСЕНСОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И БЕЗМЕТОЧНЫЕ МЕТОДЫ ДЕТЕКЦИИ ..... | 48 |
| Смыкова А.В., Омельчук Д.А.   |    |
| МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ У студентов РАЗНОГО УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ.....                      | 51 |
| Субботин И.А.   |    |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЕМОВ .....  | 56 |
| Сучкова М.Г., Асташов А.Н., Куколова С.С.   |    |
| СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ (SILYBUM MARIANUM (L.)) ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ .....     | 58 |
| Филизоп В.С., Володарский М.О., Санников М.В.   |    |
| КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ТРОЛОКСА .....                              | 62 |