

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"ПРИВОЛЖСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе  
Богомолова Е.С.

« 25 » сентября 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**«Свободнорадикальная биомедицина»  
(базовый уровень)**

*Направление программы – естественно-научное*

*Категория учащихся – 10-11 класс*

*Объем – 72 часа*

*Форма обучения - очная*

г. Нижний Новгород  
2023

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа разработана в Центре дополнительного образования «Дом научной коллаборации имени П.К. Анохина» в соответствии с приложением к лицензии на осуществление образовательной деятельности от 07.05.2018 г. № 2739 «Дополнительное образование детей и взрослых».

**Составители рабочей программы:**

Яшанова Мария Игоревна, ассистент кафедры биологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России.

Ляхова Анастасия Андреевна, ассистент кафедры биологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России.

Одобрена на заседании методического совета по довузовскому образованию

Протокол № 7 от «14» 09 2023 г.

Председатель МС по довузовскому образованию



М.С. Пискунова

Рассмотрено на заседании ЦМС

Протокол № 4 от «25» 09 2023 г.

Председатель ЦМС



Е.С. Богомолова

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Дополнительная общеобразовательная программа «Свободнорадикальная биология» предназначена для обучения учеников 10-11 классов основам современных представлений о путях образования и физиологической роли свободных радикалов в организме, ферментативных и неферментативных антиоксидантных системах, участии радикалов в патогенетических процессах, а также для изучения и освоения учениками основных методологических аспектов исследования активности свободнорадикальных процессов в организме.

### **1.1 Направленность программы.**

Данная дополнительная образовательная программа имеет естественно-научную направленность.

### **1.2 Актуальность и новизна**

Данная программа дополнительного образования позволяет ученикам 10-11 классов приобрести углубленные знания в области современной молекулярной биологии, биомедицины, свободнорадикальной биологии, овладеть практическими навыками работы в лаборатории, методами исследования активности процессов свободнорадикального окисления, а также навыками планирования и проведения экспериментальных исследований

### **1.3 Цель программы**

Развитие у слушателей базовых компетенций в области свободнорадикальной биомедицины, необходимых для их дальнейшей реализации в ходе проектной и исследовательской деятельности.

### **1.4 Задачи программы:**

**Обучающие:** получение фундаментальных сведений о природе свободных радикалов, их свойствах; изучение молекулярных механизмов генерации активных форм кислорода в организме человека и животных; познание механизмов свободнорадикального окисления в норме и роли в развитии патологических процессов, как универсального молекулярного звена патогенеза - общего для многих болезней; знание механизма работы основных антиоксидантных систем, овладение методами исследования свободнорадикального окисления, развитие навыков планирования и проведения экспериментальных биологических исследований; формирование навыков

подготовки обучающихся к проектной деятельности и участию в научно-практических конференциях.

**Развивающие:** развитие устойчивого интереса к свободнорадикальной биологии и биомедицине; развитие воображения, внимания, памяти, логического и пространственного мышления; развитие навыков учебно-исследовательской и проектной деятельности; развитие способности к самоопределению, самореализации, рефлексии.

**Воспитательные:** воспитание ответственности, бережного отношения к материалам и оборудованию, уважительного отношения к окружающим; воспитание навыков организации рабочего места; воспитание умения работать в группе; воспитание умения доводить начатое дело до конца.

### **1.5 Отличительная особенность программы**

Создание условий для выявления исследовательских компетенций обучающихся как неотъемлемой составляющей их социализации и профессионального самоопределения.

В основе программы лежит системно-деятельностный подход, который создает основу для самостоятельного успешного усвоения обучающимися новых знаний, умений, видов и способов деятельности.

Программа создает условия для социального, культурного и профессионального самоопределения, творческой самореализации личности ребёнка.

При изучении данного курса наряду с приобретением дополнительных знаний по биологии, совершенствованием навыка проведения биологического эксперимента, развивается способность самостоятельного поиска и оценивания информации, изложения своего мнения по обсуждаемому вопросу, выслушивания мнения других.

Большая часть времени курса отведена на практические занятия, цель которых, наряду с развитием навыков проведения биологического эксперимента способствовать формированию в учащихся качеств исследователя.

Программа разработана с учетом федеральных законов и приказов Министерства просвещения, Министерства образования и науки РФ, Уставом ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России и другими нормативными актами, указанными в п. 1.2 Положения «О порядке разработки и утверждения дополнительных образовательных программ ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России.

### **1.6 Возраст группы обучающихся и сроки реализации дополнительной образовательной программы**

Программа рассчитана на учащихся 16-18 лет и реализуется за 72 часа.

## 1.7 Формы и режим занятий

Форма обучения – очная.

Занятия проводятся в виде лекций, совмещенных с практическими занятиями или только практических занятий с использованием кейс-технологий и проектного подхода к обучению.

Период обучения – 6 месяцев, 1 раз в неделю по 3 академических часа.

Занятия соответствуют СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи" от 28.09.2020 № 28

## 1.8 Ожидаемые результаты и способы определения их результативности

По окончании курса учащиеся должны

### знать:

- основы свободнорадикальной биологии;
- особенности свободнорадикальных процессов на фоне развития злокачественных новообразований, сахарного диабета и других свободнорадикальных патологий;
- принципы базовых методов оценки свободнорадикальных процессов;
- теоретические основы изучения уровня повреждения ДНК и нарушения работы репаративных систем;
- сущность методов, исследующих повреждение и репарацию ДНК, принцип метода «ДНК-комет».

### уметь:

- проводить исследование общей свободнорадикальной и антиоксидантной активности методом индуцированной хемиллюминесценции;
- осуществлять исследование процессов перекисного окисления липидов;
- проводить исследование активности антиоксидантных ферментов;
- отрабатывать этапы метода «ДНК-комет» для изучения повреждения и репарации ДНК;
- осуществлять первичный анализ полученных данных.

### владеть:

- навыками работы в научной лаборатории;



- навыками подготовки оборудования и материала для исследования общей свободно-радикальной и антиоксидантной активности методом индуцированной хемилюминесценции;
- базовыми навыками подготовки оборудования и материала для исследования процессов перекисного окисления липидов;
- навыками подготовки оборудования и материала для исследования активности антиоксидантных ферментов;
- базовыми навыками по анализу уровня повреждения и репарации ДНК;
- навыками статистической обработки и анализа полученных данных.

#### **1.9 Выдаваемый документ:**

Сертификат.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

	Наименование компонента программы	Трудоемкость, час	Аудиторные занятия, час.					Самостоятельная работа, час.		Промежуточная аттестация (при наличии)	
			Всего	Лекции	Практические занятия	Из них с применением ЭО и ДОТ	Всего	Из них с применением ЭО и ДОТ	Форма	количество часов	
											6
1	Вводное занятие «Свободнорадикальная биомедицина». Центр «ДНК»	6	6	3	3						
2	Основы свободнорадикальной биологии	12	12	6	6						
3	Свободнорадикальные патологии	9	9	3	6						
4	Методологические аспекты исследований свободнорадикального окисления и антиоксидантной системы организма.	21	21	6	15						
5	Исследование уровня повреждения ДНК и нарушения работы репаративных систем (Проектная деятельность)	24	24	6	18						
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>48</b>						

### 2.2 Календарный учебный график

Наименование компонента программы	Порядковые номера месяцев обучения						Всего часов
	1	2	3	4	5	6	
Вводное занятие «Свободнорадикальная биомедицина». Центр «ДНК»	ЛЗ ПЗ						6





### 2.3 Рабочие программы учебных разделов.

Наименование разделов/тем	Содержание учебного материала
<p style="text-align: center;">Тема 1. Вводное занятие «Свободнорадикальная биомедицина». Центр «ДНК»</p>	<p><b>Лекции</b></p>
	<p>Вводное занятие. Знакомство с центром «ДНК». Тематический план проекта «Свободнорадикальная биомедицина», актуальность направления, постановка цели и задач работы. Техника безопасности.</p>
	<p><b>Практические занятия</b></p> <p>В рамках практических занятий по данной теме слушатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знакомятся со специализированным оборудованием;</li> <li>– изучают правила работы и технику безопасности в научной лаборатории;</li> <li>– знакомятся с научно-методической литературой</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Тема 2. Основы свободнорадикальной биологии</p>	<p><b>Лекции</b></p>
	<p>Основы свободнорадикальной биологии. Про-антиоксидантный баланс организма. Свободные радикалы: основные характеристики, источники образования в организме. Антиоксидантная система защиты организма.</p>
	<p><b>Практические занятия</b></p> <p>В рамках практических занятий по данной теме слушатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– просматривают образовательные фильмы по темам лекций;</li> <li>– изучают следующие вопросы: <ul style="list-style-type: none"> <li>● классификация свободных радикалов</li> <li>● ферментативная и неферментативная антиоксидантная система организма</li> </ul> </li> <li>– готовят и защищают доклады по теме «Антиоксиданты в продуктах питания»</li> <li>– изучают основные правила забора и хранения материала для исследования;</li> <li>– выполняют первичную обработку исследуемого материала для практических работ;</li> <li>– анализируют и обсуждают полученные результаты в форме дискуссии;</li> </ul>

	– Рефлексия.
<p>Тема 3. Свободнорадикальные патологии</p>	<b>Лекции</b>
	<p>Виды свободнорадикальных патологий; Свободнорадикальные процессы при злокачественных новообразованиях; в патогенезе сахарного диабета и других свободнорадикальных патологиях</p>
	<b>Практические занятия</b>
	<p>В рамках практических занятий по данной теме слушатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– просматривают образовательные фильмы по темам лекций;</li> <li>– готовят сообщения в рамках изучаемой темы;</li> <li>– докладывают сообщения и обсуждают полученную информацию в форме дискуссии;</li> <li>– закрепляют полученные знания, выполнив тест на тему «Свободнорадикальные патологии»;</li> <li>– рефлексия.</li> </ul>
<p>Тема 4. Методологические аспекты исследований свободнорадикального окисления и антиоксидантной системы организма.</p>	<b>Лекции</b>
	<p>Основы свободнорадикальных реакций; Исследование общей свободнорадикальной и антиоксидантной активности методом индуцированной хемиллюминесценции; Исследование процессов перекисного окисления липидов; Исследование активности антиоксидантных ферментов.</p>
	<b>Практические занятия</b>
	<p>В рамках практических занятий по данной теме слушатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определяют общую свободнорадикальную и антиоксидантную активность пробы методом индуцированной хемиллюминесценции;</li> <li>– измеряют концентрацию продуктов перекисного окисления липидов в пробе;</li> <li>– осваивают методы определения активности антиоксидантной системы защиты;</li> <li>– проводят обработку и анализ полученных результатов;</li> <li>– обсуждают полученные результаты в форме дискуссии;</li> <li>– рефлексия</li> </ul>

<p>Тема 5. Исследование уровня повреждения ДНК и нарушения работы репаративных систем (Проектная деятельность)</p>	<b>Лекции</b>
	<p>Изучение методов, исследующих повреждение и репарацию ДНК;</p> <p>История развития метода «ДНК-комет». Отечественные и зарубежные исследования. Применение в биологии и медицине;</p> <p>Методика комета теста. Типы «ДНК-комет».</p>
	<b>Практические занятия</b>
	<p>В рамках практических занятий по данной теме слушатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отработывают методику приготовления лизирующего, щелочного растворов, буфера;</li> <li>– изучают приготовление препаратов для методики «ДНК-комет»;</li> <li>– изучают этап лизиса в методике «ДНК-комет»;</li> <li>– проводят щелочную денатурацию, электрофорез в методике «ДНК-комет»;</li> <li>– знакомятся с окраской препаратов, микроскопированием;</li> <li>– проводят обработку и анализ полученных результатов с использованием ПК и специализированных программ;</li> <li>– обсуждают результаты в форме дискуссии.</li> </ul> <p><i>Решение научно-исследовательского кейса 1 (Приложение 1). Кейс включает в себя проектную деятельность.</i></p>

### 3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

#### 3.1 Материально-техническое обеспечение

Обучение проводится в специально оборудованных аудиториях с использованием современного оборудования и методического фонда. Аудитории подготовлены в полном соответствии с Санитарно-эпидемиологическими требованиями СанПиН 2.4.4.3172-14 для организации учебного процесса. Для реализации программы имеется необходимое оборудование:

- учебная мебель (в соответствии с требованиями СанПиН 2.4.4.3172-14);

– лабораторное оборудование (микроскоп универсальный, электрофоретическая камера, микроскопы световые, термостаты, холодильники, водяные бани, сушильные шкафы, центрифуги, электроплитки, аналитические весы и др.);

– интерактивная и классная маркерная доска, маркер;

– персональные компьютеры;

– химические реактивы (кислоты, основания, соли, органические вещества и др.);

– лабораторная посуда (пробирки, колбы, чашки Петри и др.);

– образцы экспериментального материала для методических исследований.

### **3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение обучения**

#### Основные источники:

1. Алехина С.П., Щербатюк Т.Г. Озонотерапия: клинические и экспериментальные аспекты/ С.П. Алехина, Т.Г. Щербатюк. - Н. Новгород: Литера, 2003. – 239 с.
2. Биохимия: Учебник / Под ред. Е.С. Северина. – 2-е изд., испр. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. - 784 с.: ил. – (Серия «XXI» век).
3. Дубинина Е.Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клиничко-биохимические аспекты. – СПб.: Изд-во Медицинская пресса, 2006. – 400 с.
4. Трещалина Е.М. Противоопухолевая активность веществ природного происхождения. – М.: Практическая медицина, 2005. – 272 с.
5. Фисенко В.П. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. – М.: Ремедиум, 2000. – 398 с.

#### Дополнительные источники:

1. Дурнев А.Д., Жанатаев А.К., Анисина Е.А. и др. Применение метода щелочного гель-электрофореза изолированных клеток для оценки генотоксических свойств природных и синтетических соединений. – М.: Полиграфсервис, 2006. – 27 с.
2. Основы биохимии: Учебное пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Сусянок. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с.
3. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ: Учебное пособие / Нельсон Д., Кокс М. - М.: Лаборатория знаний, 2015. - 751 с.
4. Сазанов А.А. Основы генетики / А.А. Сазанов. - СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2012. - 240 с.
5. Чернигина И.А., Щербатюк Т.Г. Новая версия метода ДНК-комет // Современные технологии в медицине. – 2016. – Т.8. – N. 1. – С. 20-27.

#### Интернет ресурсы:

1. Международная база медико-биологических изданий PubMed. Адрес ресурса: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>



2. The National Center for Biotechnology Information. Адрес ресурса: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Обучающиеся могут пользоваться дополнительной литературой и интернет-ресурсами.

### **3.3 Методические материалы**

1. Коллекция виртуальных анимационных фильмов центра молекулярной и клеточной биологии. Адрес ресурса: <http://vcell.ndsu.nodak.edu/animations>
2. Molbiol.ru Классическая и молекулярная биология. Адрес ресурса: <http://molbiol.ru/>

### **3.4 Кадровое обеспечение образовательного процесса**

К проведению занятий привлекаются преподаватели кафедры биологии Приволжского исследовательского медицинского университета.

### **3.5 Технологии обучения**

При организации учебного процесса используются следующие технологии обучения:

- вытягивающие технологии;
- информационно–коммуникационные технологии;
- проектная технология;
- технология развивающего обучения;
- групповые технологии;
- технология интегрированного обучения.

При этом особый акцент делается на практическую и проектную деятельность слушателей.

## **4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Итогом результатов освоения программы станет проектная деятельность. Обучающимся предлагается работа над проектом индивидуально либо в малых группах.

Темы проектов могут быть предложены как педагогом, так и обучающимся в рамках данной программы. Демонстрация результатов проектной деятельности - защита в виде презентации или выступление на конференции.



## Приложение 1

**Кейс:** Исследование уровня повреждения ДНК и изменения механизмов репарации у волонтеров юношеского возраста, вызванные нарушением здорового образа жизни (15 часов)

**Категория кейса:** научно-исследовательский

**Место кейса в структуре модуля:** Исследование уровня повреждения ДНК и нарушения работы репаративных систем

**Метод работы с кейсом:** метод проектов, интегрированных с практическими работами в модуле.

**Проблемная ситуация:** Здоровье человека является достаточно сложной категорией и представляет собой результат взаимодействия организма с окружающей средой. По оценкам экспертов ВОЗ, удельный вес влияния образа жизни на состояние здоровья

населения составляет 49-53%. Состояние здоровья молодежи является важнейшим показателем потенциала всего общества. Многие подростки уже в школе приобретают вредные привычки: курение, употребление фастфуда и алкоголя, посещение солярия и др., которые негативным образом влияют на состояние здоровья данной возрастной категории. В связи с этим одной из насущных задач является скрининг-диагностика состояния здоровья для выявления групп риска. Интерес представляет изучение методом ДНК-комет уровня спонтанных повреждений и нарушений репарации ДНК у волонтеров юношеского возраста, ведущих нездоровый образ жизни.

**Педагогическая ситуация:**

Метод ДНК-комет – информативный и востребованный в различных областях от генетической токсикологии до эпидемиологии. Из всего спектра используемых в настоящее время методов для определения уровня нарушений структуры и репарации ДНК метод гель-электрофореза единичных клеток (метод ДНК-комет) – единственный, который позволяет определять повреждения и эффективность механизмов репарации ДНК в индивидуальных непролиферирующих ядродержащих клетках. В настоящее время существует два варианта метода: щелочной и нейтральный. Наиболее часто используется щелочной вариант, так как он позволяет выявлять более широкий спектр индуцированных нарушений структуры ДНК, в частности, таких как однонитевые разрывы, модифицированные азотистые основания и AP-сайты. Нейтральная версия ориентирована в основном на анализ двунитевых разрывов ДНК.

Перед обучающимися ставится задача провести оценку уровня спонтанных повреждений и репарации ДНК. Для этого предстоит ответить на следующие вопросы:

- Что такое ДНК?
- Какие повреждения ДНК известны?
- Что такое репарация ДНК и ее типы?
- Что является показателем для анализа повреждений и репарации ДНК?
- Как проводится метод ДНК-комет?

Высокая степень аналитической проработки литературных данных по теме позволит обучающимся верно ответить на поставленные вопросы и получить результат.

**Привязка к предметным областям знания:** биомедицина, молекулярная биология.

**Цели проекта:**

**Мировоззренческая:** понимание механизмов повреждения ДНК и нарушения процессов ее восстановления.

**Образовательная:** освоение методики ДНК-комет, интерпретация полученных результатов и формулирование заключения.

**Планируемые результаты:** протокол оценки уровня повреждения и репарации ДНК; визуализация полученных препаратов, статистическая обработка данных и подготовка выводов.

**Этапы реализации проекта:** научно-исследовательский кейс рассчитан на 15 часов работы с группой обучающихся.

#### Дорожная карта модуля

Этап работы	Цель	Описание	Планируемый результат
Введение (аналитический этап)	Обоснование актуальности работы над задачами проекта	Введение в проблематику.	Аналитический обзор для постановки задач проекта, выявления проблемы, освоение терминологического аппарата.
Подготовительный	Планирование проекта/эксперимента для реализации задач проекта, разработка протокола	Подготовка необходимого оборудования, реактивов, лабораторной посуды, получение биологического материала для анализа	Перечень ресурсов для реализации проекта (лабораторное оборудование, реактивы), расчет времени на реализацию проекта.
Реализационный	Реализация проекта с отслеживанием контрольных точек	Исследование уровня повреждения ДНК и нарушения работы репаративных систем	Протокол оценки уровня повреждения и репарации ДНК; визуализация полученных препаратов, статистическая обработка данных и подготовка выводов
Экспертный	Коммуникативная	Обсуждение	Экспертная оценка

	деятельность для получения экспертной оценки результатов работы	результатов работы с экспертами и другими обучающимися, рефлексия	
Прогнозирование	Сбор и обработка информации, источников, необходимых для прогнозирования	Работа с интернет-источниками, анализ информации, подготовка отчета и формулирование заключения	Отчет о выполнении проектной работы, представленный в виде доклада на конференции

**Основное оборудование и материалы:** прямой микроскоп, электрофоретическая камера, озонатор, термостат, флуоресцентный краситель, агароза, флуоресцентная среда, физиологический раствор, предметные стекла, покровные стекла, этиловый спирт 96%, альбомы, ручки, карандаши.

**Список используемой литературы:**

1. Чернигина И.А., Щербатюк Т.Г. Новая версия метода ДНК-комет // Современные технологии в медицине. – 2016. – Т.8. – N. 1. – С. 20-27.
2. Калашников И.Н., Чернигина И.А., Щербатюк Т.Г., Зазнобина Н.И. Повреждения ДНК клеток крови волонтеров юношеского возраста, вызванные потреблением фастфуда и посещением солярия // Экология урбанизированных территорий. – 2020. – N. 1. – С. 15-20.

**Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных. Интернет-ресурсы:**

1. PubMed.com
2. Elibrary.ru