



Региональный центр выявления, поддержки и развития  
способностей и талантов детей и молодежи  
Ставропольского края «Сириус 26»

**СОГЛАСОВАНО:**

Экспертным советом регионального центра  
выявления, поддержки и развития  
способностей и талантов детей и молодежи  
Ставропольского края «Сириус 26»,  
протокол № 6 от 27 мая 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Руководитель регионального центра  
выявления, поддержки и развития  
способностей и талантов детей и молодежи  
Ставропольского края «Сириус 26»  
О.А. Томилина,  
приказ № 174 от 27.05.2023 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая  
программа естественнонаучной направленности

**«БЕЛКОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ»**

Направление: наука

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Объем программы: 108 часов

Срок освоения: 1 год

Форма обучения: очная

Авторы программы: Прасолова Ольга Викторовна, доцент кафедры  
биологии СтГМУ, кандидат биологических наук,  
доцент

Ставрополь, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	1
1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ.....	3
2.ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ...	10
УЧЕБНЫЙ ПЛАН.....	12
КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК .....	13
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «Биологические катализаторы» .....	14
СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «Белковые катализаторы» .....	17
ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	33
МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ .....	35
КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ .....	37
ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО КУРСУ .....	37
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ .....	37

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

На протяжении всей истории человечества естествоиспытатели и философы искали пути к открытию и познанию сущности и происхождения жизни. Однако многие вопросы этой вечной проблемы живого до сих пор не решены, несмотря на крупнейшие открытия таких фундаментальных естественных наук, как математика, физика и химия. Неоспоримо положение, что для познания огромного разнообразия форм жизни и ее сущности первостепенное значение имеет определение «химической индивидуальности» живого организма.

Биологическая химия достигла огромных успехов в изучении химического состава живых организмов (включая человека) и природы химических процессов, происходящих как в целостном организме, так и в изолированных органах и тканях на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях. Последние два-три десятилетия ознаменовались рядом выдающихся открытий в биологической химии и в некоторых ее разделах: энзимологии, биохимической генетике, молекулярной биологии, биоэнергетике и др., выдвинувших ее в разряд фундаментальных научных дисциплин и сделавших биохимию мощным орудием решения многих важных проблем биологии и медицины.

Дальнейшее развитие биологии и медицины почти невозможно без применения методологических принципов современной биологической химии. Установление способов хранения и передачи генетической информации и принципов структурной организации белков и нуклеиновых кислот, расшифровка механизмов биосинтеза этих полимерных молекул, а также молекулярных механизмов трансформации энергии в живых системах, установление роли биомембран и субклеточных структур, несомненно, способствуют более глубокому проникновению в сокровенные тайны жизни и выяснению связи между структурой индивидуальных химических компонентов живой материи и их биологическими функциями. Овладение этими закономерностями и основополагающими принципами биологической химии

способствует формированию у обучающихся диалектико-материалистического понимания процессов жизни.

Основной целью изучения дополнительной программы «Белковые катализаторы» является формирование целостного восприятия организма человека в его динамической взаимосвязи с окружающей средой на основных этапах его развития; изучение методов выявления заболеваний, мероприятий по профилактике патологических состояний и пропаганде биологического знания. Большая часть сведений по биологии необходима каждому человеку в плане «познания самого себя», с тем чтобы с большей ответственностью относиться к себе, к окружающим людям, к окружающей среде.

В результате реализации программы обучающиеся получают знания об организации живых систем на молекулярном уровне и единстве их происхождения; изучат процессы превращения веществ и энергии, протекающие в живых организмах, и механизмы их регуляции, изучат роль и перспективы биохимии в решении практических задач физиологии, биотехнологии, сельского хозяйства и медицины. Ознакомятся с классическими и современными методами с основными принципами и методами биохимических исследований в норме и при патологии.

Курс предусматривает изучение теоретических и прикладных вопросов строения и свойств белковых катализаторов (энзимов). В курсе уделено внимание фундаментальным достижениям в изучении химических основ жизни даны современные представления о принципах структурной организации белков, нуклеиновых кислот и ферментов, методах изолирования и очистки белков, определения их первичной структуры и молекулярной массы, а также применении достижений энзимологии в медицине. Большое внимание, помимо строения, уделено биологической роли витаминов, в частности коферментным функциям, а также практическому значению авитаминозов и антиметаболитов.

В связи с возрастающим значением биохимии для практики здравоохранения особое внимание уделено регуляции и патологии обмена белков и аминокислот, включая наследственные дефекты обмена, а также

изложению практического использования биохимических тестов для постановки диагноза заболевания, выбора метода лечения и проверки его эффективности.

В программе представлены классические биохимические методы количественного и качественного изучения внутриклеточных веществ (спектроскопия, хроматография, электрофорез, ферментативный анализ и др.). Учебная программа написана на основе отечественных и зарубежных публикаций.

Кроме того, в программе большое внимание уделяется воспитанию этических позиций в научных исследованиях; стимулирование обучающихся к саморазвитию, профессиональному самоопределению, трудолюбию; бережному отношению и сохранению собственного здоровья и пропаганды биологических знаний.

## **1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ**

### **1.1. Направленность программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Белковые катализаторы» имеет естественнонаучную направленность.

### **1.2. Адресат программы**

Программа адресована обучающимся от 15 до 17 лет.

Программа предназначена для одаренных школьников 9-10 классов, проявляющих повышенный интерес к изучению химических соединений, входящих в состав живых клеток, и изменений, которые с ними происходят в процессе жизнедеятельности.

Возрастная категория обучающихся – разновозрастная.

Необходимы базовые знания по школьному предмету – биология, химия.

Наличие определенной физической и практической подготовки для изучения учебной программы не требуется.

### **1.3. Актуальность программы**

Актуальность данной программы обусловлена практической значимостью получаемых обучающимися знаний, умений и навыков для успешного освоения молекулярно-генетических, биохимических, цитогенетических и других новейших методов исследования, благодаря чему происходит формирование понимания молекулярных механизмов биохимических процессов, лежащих в основе нормальных и патологических состояний организма.

Курс «Белковые катализаторы» посвящен изучению строения и функциям ферментов – белков, способных ускорять химические реакции. Из существующих в природе около 25 000 различных ферментов на сегодняшний день описано немногим более 3000 наименований и ещё меньшее их количество используется в практических целях. Большинство катализируемых ими реакций не могли бы протекать в биологических системах спонтанно. Следующей не менее важной особенностью ферментов является их избирательность действия по отношению к разным веществам, химическим связям и различным видам изомеров одного и того же вещества. Их действие зависит от температуры, кислотности, ионной силы раствора и строго контролируется не только этапах синтеза и жизненного цикла, но и посредством специфических активаторов и ингибиторов.

Актуальность программы обусловлена необходимостью изучения факторов реализации наследственности в условиях среды, протекания жизненно важных химических реакций в биологических системах, а также осознанной профессиональной ориентацией и выбором профессии, связанной с биологией и медициной.

### **1.4. Отличительные особенности/новизна программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Белковые катализаторы» развивает интерес к современным медико-биологическим наукам, формирует аналитическое, системное и естественнонаучное мышление у обучающихся.

Программа ориентирована на формирование опыта практической деятельности подростков при постановке опытов, осуществлению биохимических исследований, формированию умения использовать понятийный аппарат биологии и химии, грамотное применение научных терминов, понятий, теорий, законов для объяснения наблюдаемых биологических объектов, явлений и процессов, позволяющих заложить фундамент научного мировоззрения.

Реализация программы нацелена на формирование умения интегрировать биологические знания со знаниями из других учебных предметов (физики, химии и т. д.). Программа рассчитана на приобретение опыта использования методов биологической науки с целью изучения биологических объектов, явлений и процессов: наблюдение, описание, проведение несложных биологических опытов и экспериментов, в том числе с использованием аналоговых и цифровых биологических приборов, инструментов и лабораторного оборудования. Фактическим результатом освоения программы станет формирование умений работать на лабораторном оборудовании, выявлять причинно-следственные связи, проводить качественные и количественные анализы аналогов биологических жидкостей, делать выводы на основании полученных результатов.

Программой предусмотрена возможность формирования интереса к углублению биологических знаний (предпрофильная подготовка и профессиональная ориентация) и выбору биологии как профильного предмета на ступени среднего полного образования для будущей профессиональной деятельности, в области биологии, медицины, экологии, биотехнологии, ветеринарии, сельского хозяйства.

**Уровень освоения программы – базовый.**

### **1.5 Объем и срок освоения программы**

Объем программы – 108 часа.

Срок реализации программы – 1 год.

## 1.6 Цели и задачи программы

**Целью** образовательной программы является подготовка одаренных школьников Ставропольского края в области фундаментальных и практических основ биологии, максимальное развитие интеллектуальных способностей обучающихся, повышение общекультурного и образовательного уровней участников образовательной программы, обеспечение профессионально-ориентированной подготовки обучающихся в соответствии с современным уровнем развития технологий, научно-исследовательского подхода в области биологии, формирование грамотной, социально ответственной личности, способствующей развитию научно-исследовательского и инновационного потенциала в области биохимии.

### Задачи программы

#### 1. Обучающие:

На основе имеющиеся у обучающихся знаний и умений углубить и систематизировать познания в области биологии и биохимии:

– освоить методологию проведения биохимического исследования, критически оценивать наблюдаемые явления и факты, закрепить теоретические знания в виде развития практических навыков работы с лабораторным оборудованием;

– изучить общие принципы определения содержания белка в биологических жидкостях (растворах); методы количественного и качественного определения белка;

– рассмотреть проблемы энзимопатологии и применение ферментов в качестве диагностических средств и лечебных препаратов;

– сформировать представления о молекулярных заболеваниях человека, их биохимической природе.

Формировать навыки в области лабораторной исследовательской деятельности:

- изучить устройство и назначение лабораторного оборудования;
- изучить средства и методы изготовления и использования растворов, имитирующих биологические жидкости;
- рассмотреть методические основы постановки опытов с растворами, осуществить анализ конкретных опытов;
- уметь вести протокол наблюдений и эксперимента во время выполнения исследования.

## 2. Развивающие:

Обучающиеся в процессе изучения образовательной программы получают возможность:

- ускорить социализацию и адаптацию, обучающихся к жизни в современном обществе, формирование общей культуры обучающихся;
- развивать культуру здорового и безопасного образа жизни;
- расширить творческие исследовательские способности на основе проектного мышления;
- развить критическое мышление в процессе выполнения поставленной задачи лабораторного опыта;
- улучшить психофизиологические качества: память, внимание, мышление, устную и письменную речь;
- приобрести навыки эффективной деятельности в индивидуальной и командной работе.
- учиться контролировать время проведения лабораторной работы, как одного из навыков организации труда.

## 3. Воспитательные:

В процессе изучения образовательной программы

- повысить уровень самоанализа и критического мышления;
- улучшить качества мышления, необходимые для адаптации в современном информационном обществе;

– уметь ответственно оценивать свои учебные достижения, черты своей личности, умение учитывать мнение других людей при определении собственной позиции в самооценке:

– уметь соотносить приложенные усилия с полученными результатами своей деятельности;

– сформировать целеустремленность, навыки самоорганизации;

– расширить позитивное, ценностное отношение к природе, собственному здоровью и здоровью других людей;

– воспитать качества личности, обеспечивающих социальную мобильность, способность принимать самостоятельные решения;

– воспитать убежденность в возможности познания законов природы и использования достижений науки на благо развития человеческой цивилизации; необходимости сотрудничества в процессе совместного выполнения задач, уважительного отношения к мнению оппонента при обсуждении проблем естественнонаучного содержания; готовности к морально-этической оценке использования научных достижений, чувства ответственности за защиту окружающей среды.

## **1.7. Планируемые результаты освоения программы**

### **1. Предметные результаты:**

– владеет теоретическими знаниями (по основным разделам учебного плана программы), системой понятий;

– владеет специальной терминологией;

– имеет современные представления о структуре, свойствах и значении аминокислот и белков в живых системах;

– осведомлен о проблемах медицинской энзимологии, некоторых процессах инженерной энзимологии;

– знает химизм обмена веществ в норме и при некоторых видах патологий;

- осуществляет постановку лабораторного исследования и фиксирует результаты эксперимента в виде различных форм представления информации: презентации, формулы, графики, диаграммы, таблицы;

- следует требованиям техники безопасности, гигиены, эргономики и ресурсосбережения при работе с лабораторным оборудованием.

## 2. Метапредметные результаты:

- осваивает составляющие исследовательской и проектной деятельности, включая умения видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;

- умеет работать с разными источниками биологической информации в области биохимии и энзимологии: находить биологическую информацию в различных источниках (тексте учебника, научно-популярной литературе, биологических словарях и справочниках), анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую;

- способен выбирать целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, здоровью своему и окружающих;

- умеет адекватно использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей позиции, сравнивать разные точки зрения, аргументировать свою точку зрения, отстаивать свою позицию;

- устанавливать причинно-следственные связи проводить биологические исследования и делать выводы на основе полученных результатов.

## 3. Личностные результаты:

- знание основных принципов и правил отношения к живой природе, реализации установок здорового образа жизни;

- сформированность познавательных интересов и мотивов, направленных на изучение живой природы;

- воспитание у учащихся чувства гордости за российскую биологическую науку;
- умение реализовывать теоретические познания на практике;
- признание учащимися ценности жизни во всех её проявлениях;
- осознание значения семьи в жизни человека и общества, забота о здоровье будущих поколений;
- понимание значения обучения для повседневной жизни и осознанного выбора профессии;
- признание права каждого на собственное мнение.

## **2.ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **2.1 Язык реализации программы**

Реализация дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Биологические катализаторы» осуществляется на государственном языке Российской Федерации (на русском языке).

### **2.2. Форма обучения:**

- очная.

### **2.3. Особенности реализации программы**

Программа реализуется по модульному принципу.

### **2.4. Условия набора и формирования групп**

#### **Условия набора обучающихся.**

На обучение зачисляются обучающиеся 9-10 классов, общеобразовательных организаций Ставропольского края.

Зачисление на обучение по программе осуществляется по результатам конкурсного отбора в соответствии с Правилами приема обучающихся в

региональный центр выявления, поддержки и развития способностей и талантов детей и молодёжи Ставропольского края «Сириус 26» на 2023 – 2024 учебный год.

Условия конкурсного отбора гарантируют соблюдение прав обучающихся в области дополнительного образования и обеспечивают зачисление наиболее способных и подготовленных обучающихся к освоению программы.

Условия формирования групп: разновозрастная.

## **2.5. Формы организации и проведение занятий**

Формы организации занятий: аудиторные (под непосредственным руководством преподавателя).

Формы проведения занятий:

- теоретические;
- практические;
- лабораторные;
- контрольные (презентация индивидуального задания).

Формы организации деятельности обучающихся:

*фронтальная*: беседа-дискуссия на основе теоретического материала;

*коллективная (ансамблевая)*: организация проблемно-поискового или исследовательского взаимодействия между всеми детьми одновременно (решение задач, постановка опытов)

*индивидуальная*: выполнение задания (подготовка доклада).

Режим занятий: очная форма обучения: 9-10 классы – 3 урока 1 раз в неделю. Программа реализуется в г. Ставрополе.

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**

<b>№</b>	<b>Наименование модуля, учебного курса</b>	<b>Количество часов</b>			<b>Форма контроля/ аттестации</b>
		<b>Теория</b>	<b>Практика</b>	<b>Всего</b>	
1.	<b>Модуль 1</b> Химия белков	10	30	40	Тестирование
2.	<b>Модуль 2</b> Химия ферментов	18	50	68	Доклад и презентация
	<b>Итого:</b>	<b>28</b>	<b>80</b>	<b>108</b>	

### КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Наименование модуля, учебного курса	Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий
<b>Модуль 1</b> Химия белков	1 год обучения	01.09.2023	29.12.2023	16	16	48 ч.	по 3 урока 1 раз в неделю
<b>Модуль 2</b> Химия ферментов		08.01.2024	31.05.2024	20	20	60 ч.	по 3 урока 1 раз в неделю

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «Биологические катализаторы»**

### **9-10 классы**

Курс «Биологические катализаторы» предназначен для обучающихся 8-10 классов.

**Модуль 1.** «Химия белков» знакомит обучающихся с основными понятиями и положениями современной биохимии, строением и формой белковых молекул, уровнями упаковки и физико-химическими свойствами белков, формируется представление о функциях белков в организме, процессе денатурации, классификацией белков; процессами биосинтеза белка и метаболизма простых и сложных белков в организме.

**Модуль 2.** «Химия ферментов» знакомит обучающихся с химической природой ферментов, строением ферментов, их классификацией и номенклатурой, механизмами действия ферментов, их свойствами, скоростью ферментативных реакций, процессами активирования и ингибирования ферментов, понятие о коферментах, внутриклеточной локализацией ферментов, применением ферментов, проблемами медицинской энзимологии.

**В результате освоения учебного курса обучающийся должен:**

**знать:**

- химическую природу белков, в частности ферментов, понятие об активном центре, механизм действия ферментов;
- функции белков, классификацию и номенклатуру ферментов;
- этические, социальные и юридические проблемы современных биохимических исследований;
- факторы, влияющие на скорость протекания ферментативных реакций, процессы активирования и ингибирования ферментов;
- внутриклеточную локализацию ферментов, применение ферментов, проблемы медицинской энзимологии.

**уметь:**

- использовать лабораторное оборудование, электрические и нагревательные приборы;
- работать с литературой по биохимии, наглядными пособиями, схемами, таблицами, формулами;
- проводить качественные реакции на присутствие аминокислот и белков, осуществлять простые опыты с растворами;
- выделять и очищать белки из биологических субстратов;
- проводить исследование с помощью цветных методов определения белков, метода хроматографии, калориметрическим методом;
- рассчитывать концентрацию веществ;
- использовать лабораторное оборудование для выполнения исследовательских проектов;
- оперировать с информационными объектами, используя графический интерфейс: открывать, именовать, сохранять объекты, архивировать и разархивировать информацию, пользоваться меню и окнами, справочной системой; предпринимать меры антивирусной безопасности.

## Тематический план учебного курса

№	Наименование раздела, темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
<b>Модуль 1. Химия белков</b>					
<b>Раздел 1. Введение в дисциплину</b>					
1.	Современная биохимия. История открытия белков. Техника безопасности в лаборатории	2	1	3	Беседа
<b>Раздел 2. Строение и функции белков</b>					
2.	Функции белков, содержание в органах и тканях. Знакомство с лабораторным оборудованием	2	1	3	Опрос
3.	Аминокислотный состав белков. Пептидная связь. Физико-химические свойства белков	2	1	3	Опрос
4.	Структурная организация белков. Методы определения аминокислот	2	1	3	Опрос
5.	Классификация белков. Химия простых и сложных белков. Методы выделения и очистки белков	2	1	3	Опрос
<b>Раздел 3. Синтез белков</b>					
6.	Трансляция, структуры, обеспечивающие синтез. Генетический код	2	1	3	Практическое задание
7.	Регуляция синтеза белка	2	1	3	Опрос
<b>Раздел 4. Обмен белков</b>					
8.	Динамическое состояние белков организма. Факторы белкового обмена	2	1	3	Практическое задание
9.	Нормы белка в питании. Биологическая ценность белков	2	1	3	Практическое задание
10.	Переваривание белков	2	1	3	Практическое задание
11.	Всасывание аминокислот и продуктов распада белка	2	1	3	Практическое задание
12.	Обмен аминокислот	2	1	3	Опрос
13.	Специфические пути обмена некоторых аминокислот. Патогенез	2	1	3	Решение ситуационных задач
14.	Белки плазмы крови и соединительной ткани	2	1	3	Тестирование
15.	Белки мозга	2	1	3	Тестирование
16.	Белки мышц и костной ткани	2	1	3	Тестирование
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	
<b>Модуль 2. Химия ферментов</b>					
<b>Раздел 5. Основы энзимологии. Химическая природа и строение ферментов</b>					
17.	Биомембраны и биоэнергетика	2	1	3	Тестирование
18.	Понятие о ферментах. Краткая история открытия ферментов. Качественные реакции на пептиды	3	3	6	Практическое задание
19.	Химическая природа ферментов Строение ферментов. Активный	3	3	6	Практическое задание

	центр ферментов. Количественное определение амилазной активности мочи				
20.	Механизм действия ферментов. Определение специфичности действия ферментов	2	1	3	Практическое задание
21.	Кинетика ферментативных реакций. Количественное определение активности амилазы слюны по Вольгемуту	2	1	3	Практическое задание
22.	Основные свойства ферментов. Определение термолабильности ферментов на примере амилазы слюны	3	3	6	Практическое задание
<b>Раздел 6. Факторы, определяющие активность ферментов</b>					
23.	Влияние концентраций субстрата и фермента на скорость ферментативной реакции. Определение влияния реакции среды на активность ферментов и определение оптимума pH для $\alpha$ -амилазы слюны	3	3	6	Практическое задание
24.	Активирование и ингибирование ферментов. Определение влияния активаторов и ингибиторов на активность ферментов амилазы слюны	3	3	6	Практическое задание
25.	Регуляция и определение активности ферментов. Определение активности пероксидазы в растительном материале по методу А.Н. Бояркина	3	3	6	Практическое задание
<b>Раздел 7. Внутриклеточные ферменты</b>					
26.	Локализация ферментов в клетке. Ферментативный гидролиз крахмала	2	1	3	Практическое задание
27.	Классификация и номенклатура ферментов. Влияние температуры на скорость ферментативного катализа	2	1	3	Практическое задание
28.	Ферменты органов и тканей. Витамины. Коферментные функции витаминов	2	1	3	Опрос
29.	Применение ферментов. Сравнение действия ферментов и катализаторов	2	1	3	Практическое задание
30.	Энзимопатии. Проблемы медицинской энзимологии. Итоговое занятие	2	1	3	Доклад
<b>Итого</b>		<b>34</b>	<b>26</b>	<b>60</b>	-
<b>Всего</b>		<b>66</b>	<b>42</b>	<b>108</b>	

## СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «Белковые катализаторы»

### Модуль 1. Химия белков

## **Тема 1. Современная биохимия. История открытия белков. Техника безопасности в лаборатории**

*Теория.* Современная биохимия, основные разделы. Предмет и задачи биохимии белков. Основные исторические этапы становления биохимии как науки. История исследований белков. Знакомство с трудами основоположников науки.

*Практика:* Техника безопасности в лаборатории.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:*

Лабораторные приборы и оборудование, мультимедиа оборудование.

*Форма подведения итогов:* беседа.

## **Тема 2. Функции белков, содержание в органах и тканях. Знакомство с лабораторным оборудованием**

*Теория.* Функции белков, содержание в органах и тканях: транспортная, структурная, каталитическая, защитная, сократительная, гормональная, резервная, энергетическая.

*Практика:* знакомство с лабораторным оборудованием. Работа с пипетками

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:*

Лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование.

*Форма подведения итогов:* опрос.

### **Тема 3. Аминокислотный состав белков. Пептидная связь. Физико-химические свойства белков**

*Теория.* Физико-химические свойства белков: амфотерность, гидрофильные свойства. Молекулярная масса белков. Форма белковых молекул.

*Практика:* методы фракционирования белка: центрифугирование.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование.

*Форма подведения итогов:* опрос.

### **Тема 4. Структурная организация белков. Методы определения аминокислот**

*Теория.* Структура белка: первичная, вторичная, третичная, четвертичная.

Виды химических связей в белках.

*Практика:* электрофорез

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное, мультимедиа оборудование.

*Форма подведения итогов:* опрос.

## **Тема 5. Классификация белков. Химия простых и сложных белков.**

### **Методы выделения и очистки белков**

*Теория.* Функциональные принципы классификации белков. Простые белки, сложные белки.

*Практика:* методы выделения и очистки белков. Колориметрия.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* опрос.

## **Тема 6. Трансляция, структуры, обеспечивающие синтез. Генетический код**

*Теория.* Синтез белков. Этапы синтеза белка. Генетический код. Трансляция. Строение и функции рибосом

*Практика:* практическая работа: решение задач.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 7. Регуляция синтеза белка.**

*Теория.* Регуляция процессов синтеза белка в клетке. Нуклеопротеиды. Активация аминокислот, инициация, элонгация, терминация, процессинг. Информационные и транспортные РНК. Ферменты синтеза белка.

*Практика:* выполнение практической работы: решение задач.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:*

лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 8. Динамическое состояние белков организма. Факторы белкового обмена**

*Теория.* Динамическое состояние белков организма. Факторы белкового обмена.

*Практика:* выполнение практического задания: расчет основного обмена

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:*

Мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 9. Нормы белка в питании. Биологическая ценность белков**

*Теория.* Нормы белка в питании. Биологическая ценность белков. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Минимальная суточная потребность в незаменимых аминокислотах и белках. Резервные белки

*Практика:* составление суточного рациона питания.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 10. Переваривание белков**

*Теория.* Содержание белков в продуктах питания. Протеолитические ферменты пищеварительного тракта. Эндопептидазы. Переваривание белков в желудке, в кишечнике.

*Практика:* протеолитическая активность пепсина (трипсина).

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:*

лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 11. Всасывание аминокислот и продуктов распада белка**

*Теория.* Продукты гидролиза белков. Превращение аминокислот под действием микрофлоры кишечника. Использование аминокислот после всасывания в кишечнике.

*Практика:* гидролиз белка.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,

- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 12. Обмен аминокислот**

*Теория.* Транспорт аминокислот через клеточные мембраны. Обмен аминокислот в тканях. Пути обмена аминокислот. Обезвреживание аммиака в организме

*Практика:* составление схемы обмена аминокислот.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* опрос.

## **Тема 13. Специфические пути обмена некоторых аминокислот. Патогенез**

*Теория.* Обмен глицина и серина, серосодержащих аминокислот, фенилаланина и тирозина. Патологии азотистого обмена. Патологические состояния генетического нарушения синтеза и обмена аминокислот.

*Практика:* решение ситуационных задач.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* решение ситуационных задач.

## **Тема 14. Белки плазмы крови и соединительной ткани**

*Теория.* Характеристика основных белковых фракций. Обмен хромопротеинов. Синтез гемоглобина. Распад гемоглобина и образование желточных пигментов. Клинические проявления наличия отдельных белков в плазме крови. Ферменты плазмы крови. Форменные элементы крови. Буферные системы крови. Дыхательная функция крови. Система свертывания крови. Соединительная ткань, коллаген, эластин, протеогликаны.

*Практика:* выполнение практической работы.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* микроскоп, лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 15. Белки мозга**

*Теория.* Миелин – белково-липидный комплекс. Нейроальбумины, нейроглобулины. Метаболизм нервной ткани. Синапс. Медиаторы в нервной ткани. Олигопептиды и механизмы памяти. Пептиды и болевые реакции.

*Практика:*

- выполнение практической работы.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* микроскоп, лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 16. Белки мышц и костной ткани**

*Теория.* Поперечнополосатая мускулатура: химический состав, мышечные белки. Особенности химического состава сердечной мышцы и гладкой мускулатуры. Механизм мышечного сокращения. Патологические процессы в мышцах. Химический состав костной ткани

*Практика:*

- выполнение практической работы.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:*

микроскоп, лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Модуль 2. Химия ферментов**

### **Тема 17. Биомембраны и биоэнергетика**

*Теория.* Особенности строения биологической мембраны. Процессы, происходящие на биологических мембранах.

*Практика:*

- выполнение практической работы.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,

- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 18. Понятие о ферментах. Краткая история открытия ферментов.**

### **Качественные реакции на пептиды**

*Теория.* Ферменты. Участие ферментов в процессах жизнедеятельности.

История открытия ферментов. Энзимология.

*Практика:* качественные реакции на пептиды

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное и мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 19. Химическая природа ферментов Строение ферментов.**

### **Активный центр ферментов. Количественное определение амилазной активности мочи**

*Теория.* Химический состав ферментов. Строение молекул. Молекулярная масса ферментов. Коэнзим, кофактор. Активный центр фермента.

*Практика:* количественное определение амилазной активности мочи

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное и мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 20. Механизм действия ферментов. Определение специфичности действия ферментов**

*Теория.* Фермент-субстратные комплексы. Коферменты. Энергия активации.

*Практика:* определение специфичности действия ферментов.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное и мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* лабораторное и мультимедиа оборудование

## **Тема 21. Кинетика ферментативных реакций. Количественное определение активности амилазы слюны по Вольгемуту**

*Теория.* Закономерности влияния химической природы реагирующих веществ (ферментов, субстратов) и условий их взаимодействия (концентрация, рН среды, температуры, присутствие активаторов или ингибиторов) на скорость ферментативной реакции.

*Практика:* выполнение практической работы: количественное определение активности амилазы слюны по Вольгемуту.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 22. Основные свойства ферментов. Определение термолабильности ферментов на примере амилазы слюны**

*Теория.* Свойства ферментов. Неизменность. Термолабильность. Зависимость ферментов от pH среды. Специфичность ферментов.

*Практика:* выполнение практической работы: определение термолабильности ферментов на примере амилазы слюны.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 23. Влияние концентраций субстрата и фермента на скорость ферментативной реакции. Определение влияния реакции среды на активность ферментов и определение оптимума pH для $\alpha$ -амилазы слюны**

*Теория.* Факторы, определяющие активность фермента. Концентрации субстрата и фермента.

*Практика:* выполнение практической работы: определение влияния реакции среды на активность ферментов и определение оптимума pH для  $\alpha$ -амилазы слюны.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

#### **Тема 24. Активирование и ингибирование ферментов. Определение влияния активаторов и ингибиторов на активность ферментов амилазы слюны**

*Теория.* Активирование и ингибирование ферментов. Ферменты, активируемые металлами. Денатурация белка. Специфические ингибиторы. Типы ингибирования.

*Практика:* выполнение практической работы: определение влияния активаторов и ингибиторов на активность ферментов амилазы слюны.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

#### **Тема 25. Регуляция и определение активности ферментов. Определение активности пероксидазы в растительном материале по методу А.Н. Бояркина**

*Теория.* Влияние закона действия масс. Изменение количества фермента. Проферменты. Химическая модификация фермента

*Практика:* выполнение практической работы: определение активности пероксидазы в растительном материале по методу А.Н. Бояркина.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,

- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 26. Локализация ферментов в клетке. Ферментативный гидролиз крахмала**

*Теория.* Локализация ферментов: ядро, митохондрии, лизосомы, клеточные мембраны

*Практика:* ферментативный гидролиз крахмала.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 27. Классификация и номенклатура ферментов. Влияние температуры на скорость ферментативного катализа**

*Теория.* Классификация ферментов: 1) оксидоредуктазы; 2) трансферазы; 3) гидролазы; 4) лиазы; 5) изомеразы; 6) лигазы (синтетазы). Список ферментов.

*Практика:* влияние температуры на скорость ферментативного катализа

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,

- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* лабораторное оборудование, мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 28. Ферменты органов и тканей. Витамины. Коферментные функции витаминов**

*Теория.* Ферменты крови, дыхательной, выделительной и пищеварительной систем, костной, мышечной, соединительной и нервной ткани,

*Практика:*

- выполнение практического задания.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

## **Тема 29. Применение ферментов. Сравнение действия ферментов и катализаторов.**

*Теория.* Применение ферментов в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства.

*Практика:*

- выполнение практического задания.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,

- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выполнение практического задания.

### **Тема 30. Энзимопатии. Проблемы медицинской энзимологии. Итоговое занятие**

*Теория.* Проблемы медицинской энзимологии. Энзимопатология. Нарушения генетики транспортных и структурных белков. Болезнь Вильсона-Коновалова, синдром Элерса-Далоса. Энзимодиагностика. Энзимотерапия.

*Практика:*

- подготовка доклада.

*Основные методы и формы реализации содержания программы:*

- информационно-рецептивный,
- репродуктивный,
- частично-поисковый,
- практический.

*Средства обучения:* мультимедиа оборудование

*Форма подведения итогов:* выступление с докладом.

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Данные оценочные материалы предназначены для объективной оценки уровня сформированных знаний у обучающихся во время изучения программы «Биологические катализаторы».

*Входной контроль* – не проводится.

*Текущий контроль* осуществляется на занятиях в течение всего обучения для отслеживания уровня освоения учебного материала программы.

Формы:

- педагогическое наблюдение;
- опрос теоретического материала;
- выполнение практических заданий;
- анализ педагогом качества выполнения практических работ и решенных задач.

*Промежуточная аттестация* проводится с целью выявления уровня освоения программ обучающимися и уровня развития личностных качеств по завершению каждого курса программы.

Формы:

- выполнение тестовых заданий по темам программы;
- выполнение практических заданий по темам курса;
- подготовка доклада.

Среди критериев, по которым оценивается качество выполнения практического задания, определяется по шкале, представленной в таблице:

Оценка	Результат
Высокий уровень	выставляется обучающемуся, если теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, обучающийся строит ответ на уровне самостоятельного мышления, грамотно и логично излагает изученный материал, не затрудняется с ответом, делает обоснованные выводы и заключения, свободно применяет теоретические знания при решении практических задач;
Средний уровень	обучающийся строит ответ на уровне самостоятельного мышления, грамотно и логично излагает изученный материал, однако допускает отдельные неточности и пробелы в знаниях, свободно применяет теоретические знания при решении практических задач;
Низкий уровень	обучающийся усвоил только базовую часть программного материала, при ответе допускает неточности, материал излагает не последовательно, затрудняется применить теоретические знания при решении практической задачи, допускает ошибки, которые исправляет с помощью преподавателя;
Элементарный уровень	обучающийся демонстрирует знания теоретического материала, однако допускает существенные ошибки при изложении учебного материала, при ответе подменяет теоретическую аргументацию рассуждениями обыденно-бытового характера. В ответе допускает ошибки, которые может исправить даже с помощью преподавателя

*Итоговое оценивание* проводится в конце обучения по курсу.

Форма: подготовка доклада.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

№ п/п	Название раздела, темы	Формы учебного занятия	Формы, методы, приемы обучения. Педагогические технологии	Материально-техническое оснащение, дидактико- методический материал	Формы контроля/ аттестации
<b>Модуль 1. Общая генетика</b>					
1.	<b>Раздел 1. Введение в дисциплину</b>	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	- лабораторное оборудование - мультимедиа оборудование	Беседа
2.	<b>Раздел 2. Строение и функции белков</b>	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	- конструктор для сборки семи моделей аминокислот - лабораторное оборудование - мультимедиа оборудование	Выполнение практического задания
3.	<b>Раздел 3. Синтез белков</b>	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	- лабораторное оборудование - мультимедиа оборудование	Выполнение практического задания
4.	<b>Раздел 4. Обмен белков</b>	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	- микроскоп - лабораторное оборудование - мультимедиа оборудование - Серия I. Клетки, ткани и органы, слайды с надписями на английском языке	Выполнение практического задания
<b>Модуль 2. Генетика человека. Медицинская генетика</b>					

5.	<b>Раздел 5. Основы энзимологии. Химическая природа и строение ферментов</b>	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	- ферменты и процесс пищеварения - лабораторное оборудование - мультимедиа оборудование	Выполнение практического задания
6.	<b>Раздел 6. Факторы, определяющие активность ферментов</b>	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	- лабораторное оборудование - мультимедиа оборудование	Выполнение практического задания
7.	<b>Раздел 7. Внутриклеточные ферменты</b>	Комбинированная	Информационно-рецептивный. Репродуктивный. Частично-поисковый. Практический	- лабораторное оборудование - мультимедиа оборудование	Выполнение практического задания

## **КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Обеспечение реализации программы, нацеленной на предоставление высокого качества обучения, планируется за счет штата, состоящего из высококвалифицированных специалистов, обладающих определенными компетенциями и выполняющими определенный функционал.

### **ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО КУРСУ**

Для реализации курса «Биологические катализаторы» помещение должно соответствовать следующим характеристикам:

- аудитории, оборудованы интерактивной доской, проектором, ноутбуком;
- лабораторное оборудование;
- демонстрационное оборудование;
- каждый обучающийся выполняет практические работы за отдельным столом.

### **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

#### **1. Перечень литературы, необходимой для освоения программы:**

##### **1.1. Перечень литературы, использованной при написании программы:**

1. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия: Учебник.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Медицина, 1998.– 704 с.

2. Биохимия : практикум : [учеб.-метод. пособие] / [Г. Г. Борисова, Н. В. Чукина, И. С. Киселева, М. Г. Малева ; под общ. ред. Г. Г. Борисовой] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 116 с.

3. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы: учеб. пособие / сост. М.Г. Кусакина, В.И. Суворов, Л.А. Чудинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т.- Пермь, 2012.- 148 с.

### **1.2. Перечень литературы, рекомендованной обучающимся:**

4. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия: Учебник.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Медицина, 1998.– 704 с.

5. Биохимия : практикум : [учеб.-метод. пособие] / [Г. Г. Борисова, Н. В. Чукина, И. С. Киселева, М. Г. Малева ; под общ. ред. Г. Г. Борисовой] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 116 с.

6. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы: учеб. пособие / сост. М.Г. Кусакина, В.И. Суворов, Л.А. Чудинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т.- Пермь, 2012.- 148 с.

7. 1.3. Перечень литературы, рекомендованной родителям:

8. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия: Учебник.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Медицина, 1998.– 704 с.

9. Биохимия : практикум : [учеб.-метод. пособие] / [Г. Г. Борисова, Н. В. Чукина, И. С. Киселева, М. Г. Малева ; под общ. ред. Г. Г. Борисовой] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 116 с.

10. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы: учеб. пособие / сост. М.Г. Кусакина, В.И. Суворов, Л.А. Чудинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т.- Пермь, 2012.- 148 с.

### **1.4 Перечень раздаточного материала:**

1. Тематические презентации

## **2. Информационное обеспечение**

**2.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения программы:**

1. [https://www.youtube.com/watch?v=rDEduT62Awc&list=PLe\\_Cyn3g49u2Y0xtprouYPDCuFbqBbCw9](https://www.youtube.com/watch?v=rDEduT62Awc&list=PLe_Cyn3g49u2Y0xtprouYPDCuFbqBbCw9) – анимированная биохимия
2. <https://gigabaza.ru/doc/153695.html> - химический практикум для учащихся
3. <http://www.alhimik.ru/read/olg22.html> - опыты с ферментами

11.