

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «БИОХИМИЯ» (10 – 11 КЛАСС)

Пояснительная записка

Содержание курса является конвергентно ориентированным и обеспечивает формирование компетенций, необходимых для жизни и трудовой деятельности в эпоху высокоразвитой науки и современных технологий. Рабочая программа устанавливает обязательное предметное содержание, предлагает примерное тематическое планирование с учётом логики учебного процесса, определяет планируемые результаты освоения курса на уровне среднего общего образования.

В соответствии с системно-деятельностным подходом реализация данной программы предполагает использование современных методов обучения и разнообразных форм организации образовательного процесса: круглый стол, вебинары, биоинформатическая работа, семинары, практические и лабораторные работы, учебное исследование, самостоятельная работа с первоисточниками, лекция, конференция и др.; возможно выполнение индивидуальных исследований и проектов.

Цели курса:

- формирование научной картины мира;
- развитие познавательных интересов и метапредметных компетенций обучающихся через практическую деятельность;
- расширение, углубление и обобщение знаний о строении, свойствах и функциях биомолекул;
- формирование устойчивого интереса к профессиональной деятельности в области естественных наук.

Задачи курса:

- изучить особенности строения, свойства и функции биомолекул (углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот), входящих в состав живого организма;
- сформировать у обучающихся представления об основных методах исследования в биохимии;
- познакомить обучающихся с биоинформатикой;
- обеспечить развитие экспериментальных умений и навыков в соответствии с требованиями правил техники безопасности;
- рассмотреть области применения современной биохимии в фундаментальных, медицинских и фармацевтических исследованиях;
- сформировать у обучающихся компетенции для профессионального самоопределения в рамках предметов естественно-научного цикла, развивать мотивацию к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной деятельности;
- раскрыть роль биохимии как базового и приоритетного направления научно-технического прогресса.

Основные идеи курса: единство материального мира; внутри- и межпредметная интеграция; взаимосвязь науки и практики; взаимосвязь человека и окружающей среды.

Ключевые принципы организации занятий: междисциплинарный синтез естественно-научного знания; ориентация учебной деятельности на исследовательскую и конструктивную; развитие коммуникативных навыков; обучение различным видам деятельности; пополнение надпредметных знаний через НБИК-технологии (нано-,

биотехнологии, информационные, когнитивные технологии); ведущая роль самоорганизации в процессе обучения.

2. Планируемые результаты освоения курса

В результате изучения элективного курса на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие предметные результаты.

Учащийся научится:

- раскрывать на примерах роль биохимии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека;
- демонстрировать на примерах взаимосвязь между биохимией и другими естественными науками;
- составлять молекулярные и структурные формулы органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определённому классу соединений;
- характеризовать органические вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками веществ;
- обосновывать практическое использование органических веществ и их реакций в промышленности и быту;
- использовать знания о составе, строении и химических свойствах белков, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот для применения в научной и практической деятельности;
- использовать на практике различные методы биохимии — экстракцию нуклеиновых кислот из биологических объектов, спектрофотометрию в УФ-видимой области, тонкослойную хроматографию;
- выполнять химический эксперимент в соответствии с правилами и приёмами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием:
 - по получению образца нуклеиновых кислот клеток лука, нуклеопротеина дрожжей, липидной фракции желтка куриного яйца;
 - по разделению биомолекул;
 - по проведению качественных реакций на наличие в нуклеиновых кислотах остатков пуриновых оснований, рибозы/дезоксирибозы, фосфорной кислоты;
 - по проведению количественного анализа фосфатидилхолина;
 - по проведению качественных и количественных реакций на белки и аминокислоты;
- владеть правилами и приёмами безопасной работы с химическими веществами, и лабораторным оборудованием;
- владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;
- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;
- владеть методами компьютерной визуализации биомолекул с использованием программы PyMol;
- строить модели белков с помощью метода гомологичного моделирования; — критически оценивать и интерпретировать с точки зрения естественно-научной корректности химическую информацию, содержащуюся в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях, в целях выявления ошибочных суждений и формирования собственной позиции;
- представлять пути решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством, и перспективных направлений развития химических технологий.

Учащийся получит возможность научиться:

- иллюстрировать на примерах становление и эволюцию биохимии как науки на различных исторических этапах её развития;
- использовать методы научного познания при решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания органических веществ;

- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний;
- формулировать цель исследования, выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- самостоятельно планировать и проводить химические эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- интерпретировать данные о составе и строении веществ, полученные с помощью современных биохимических методов;
- характеризовать роль белков и нуклеиновых кислот как важнейших биологически активных веществ.

3. Содержание курса

Раздел 1. Введение в биохимию

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. История биохимии. Предмет биохимии. Структура и функции биомолекул.

Раздел 2. Методы выделения биомолекул

Знакомство с методами: «Получение ДНК из клеток лука», «Получение препарата нуклеиновых кислот из дрожжей и исследование нуклеопротеинов», «Экстракция липидной фракции из желтка куриного яйца».

Раздел 3. Методы разделения биомолекул

Теоретические основы биохимических методов разделения биомолекул.

Практические работы:

«Гель-фильтрационное разделение биомолекул».

«Тонкослойная хроматография липидов».

Раздел 4. Качественный и количественный анализ биомолекул

Практические работы аналитического характера:

«Количественный анализ фосфатидилхолина. Определение липидного фосфора с помощью ферротиюцианата аммония (метод Стюарта)».

«Качественные реакции на наличие пуриновых оснований и остатков фосфорной кислоты в составе ДНК».

«Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот», «Качественный и количественный анализ наличия белков и аминокислот».

Раздел 5. Компьютерное моделирование и визуализация структуры биомолекул

Возможности программы PyMol для визуализации пространственной структуры биомолекул, компьютерное моделирование пространственной структуры белков с помощью программы Modeller.

Раздел 6. Итоговое занятие

Знакомство с «Атласом новых профессий», перспективы изучения науки биохимии и профессионального самоопределения (в формате круглого стола или урока-дискуссии).

4. Тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы

10 класс

№ урока п/п	Раздел, тема урока	Элементы содержания
Раздел 1. Введение в биохимию (12 часов)		
1.	Введение в курс биохимии.	Предмет биохимии.
2.	История биохимии.	История развития биохимии.
3.	История биохимии.	
4.	Структура и функции биомолекул.	Функциональные группы органических молекул. Обсуждение функции биомолекул
5.	Структура и функции биомолекул. Белки.	Белки и аминокислоты.
6.	Структура и функции биомолекул. Сахариды.	Моно- и полисахариды.
7.	Структура и функции биомолекул. Нуклеиновые кислоты.	Нуклеиновые кислоты.
8.	Контрольно-обобщающий урок.	Работа с дополнительными источниками — составление краткого словаря терминов. Обсуждение функции биомолекул
9.	Эксперимент. Планирование.	Обсуждение научного эксперимента как одного из инструментов научного поиска. Составление плана экспериментальной деятельности. Разработка формы отчётной документации по результатам эксперимента. Обсуждение экологических аспектов практических занятий, определение методов утилизации побочных продуктов реакций. Выбор тем для литературного обзора.
10.	Эксперимент. Выполнение.	
11.	Эксперимент. Представление результатов.	
12.	Правила техники безопасности.	Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.
Раздел 2. Методы выделения биомолекул (11 часов)		
13.	Получение ДНК из клеток лука.	Повторение знаний о структуре и функциях нуклеиновых кислот ДНК и РНК в живых организмах (сообщения учащихся). Обсуждение теоретических основ метода экстракции нуклеиновых кислот из биологических объектов
14.		Правила техники безопасности. Подготовка химической посуды и оборудования.
15.		Приготовление реактива (буфер для гомогенизации). Охлаждение химической посуды и реактива. Гомогенизация образца, добавление буфера для гомогенизации к образцу

16.		Инкубация гомогената и его фильтрация. Осаждение ДНК. Подведение итогов практикума
17.	Выделение нуклеиновых кислот из дрожжей и исследование нуклеопротеин.	Изучение особенностей строения и функционирования плазмидной ДНК в бактериальных клетках.
18.		Правила техники безопасности. Подготовка химической посуды и оборудования для экстракции нуклеиновых кислот из дрожжей. Сборка установки для эксперимента: присоединение обратного холодильника и длинной стеклянной трубки к колбе.
19.		Приготовление реактивов. Получение нуклеопротеина из пекарских дрожжей: внесение в колбу навески дрожжей, экстракция нуклеопротеина кипячением дрожжей в кислоте
20.		Охлаждение нуклеопротеина и доведение объёма раствора до исходного объёма реакционной смеси. Фильтрация нуклеопротеина. Подготовка его аликвот для анализа составных компонентов нуклеиновых кислот в следующих практикумах
21.	Экстракция липидной фракции из желтка куриного яйца.	Ознакомление с правилами техники безопасности. Подготовка посуды, взвешивание пробирок, нумерация. Перенос желтка в чистую пробирку, взвешивание, добавление органических растворителей, активное перемешивание, отстаивание.
22.		Перенос органической фракции в чистую взвешенную пробирку. Повтор деления для второй пробирки. Помещение под тягу для просушивания от растворителей
23.		Взвешивание сухого липидного экстракта. Расчёт среднего из двух опытов, расчёт процентов от исходной массы желтка.
Раздел 3. Методы разделения биомолекул (8 часов)		
24.	Разделение биомолекул методом гельфильтрации.	Теоретические основы использования принципа гель-фильтрации при разделении биомолекул
25.		
26.	Разделение биомолекул методом гельфильтрации.	Проведение экспериментов. Отделение низкомолекулярного красителя от окрашенного белка. Оформление результатов
27.		
28.	Тонкослойная хроматография липидов.	Ознакомление с правилами техники безопасности. Подготовка посуды.
29.	Тонкослойная хроматография липидов.	Приготовление подвижной фазы, заполнение камеры. Подготовка пробы из

		экстракта липидов желтка
30.	Идентификация функциональных групп.	Нанесение пробы. Высушивание пластины. Проявление под УФ-лампой в тёмном кожухе/помещении. Проявление разных пластинок указанными реагентами.
31.	Идентификация функциональных групп.	Обсуждение и оформление результатов.
Раздел 4. Качественный и количественный анализ биомолекул (3 часа).		
32.	Определение концентрации фосфатидилхолина.	Ознакомление с правилами техники безопасности. Подготовка посуды. Приготовление раствора ферроотиоцианата аммония.
33.	Определение концентрации фосфатидилхолина.	Продолжение подготовки проб: интенсивное перемешивание фаз, отбор нижней органической фазы в чистые пробирки с пробками.
34.	Метод Стюарт	Анализ образцов на спектрофотометре. Расчёт содержания фосфатидилхолина в пробе. Обсуждение результатов. Подведение итогов практического занятия

11 класс

№ урока п/п	Раздел, тема урока	Элементы содержания
Раздел 4. Качественный и количественный анализ биомолекул (14 часов)		
1.	Качественные реакции на пуриновые основания и остатки фосфорной кислоты в ДНК.	Изучение процессов репликации ДНК в живых организмах (на примере геномной и плазмидной ДНК). Ферменты, участвующие в процессах репликации.
2.	Качественные реакции на пуриновые основания и остатки фосфорной кислоты в ДНК.	Изучение правил техники безопасности. Подготовка химической посуды и оборудования (весы, шпатели, калька, щипцы, термоустойчивая стеклянная посуда для приготовления молибденово-кислого реактива (колба или стакан), пробирки и пипетки, лакмусовая бумага, плитка и кастрюля (для создания водяной бани), холодная вода). Приготовление реактивов.
3.	Качественные реакции на пуриновые основания и остатки фосфорной кислоты в ДНК.	Проведение качественных реакций на содержание пуриновых оснований и остатков фосфорной кислоты. Подведение итогов практического занятия. Оформление лабораторной работы
4.	Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот.	Подготовка химической посуды и оборудования.

		Приготовление реактивов: 1%-ный раствор дифениламина, орциновый реактив, 10%-ный раствор хлорного железа FeCl ₃ , концентрированная 30%-ная соляная кислота HCl, водные растворы отдельных пентоз рибозы и дезоксирибозы. Подготовка водяной бани.
5.	Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот.	Проведение качественных реакций на содержание остатков рибозы и дезоксирибозы в нуклеопротеине дрожжей и в растворах отдельных пентоз.
6.	Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот.	Подведение итогов практического занятия.
7.	Качественный и количественный анализ белков.	Подготовка к экспериментальной работе. Обсуждение качественных реакций на белки и аминокислоты.
8.	Качественный и количественный анализ белков.	Проведение качественных реакций на белки: биуретовой реакции на содержание белка в гидролизате дрожжей, полученном ранее.
9.	Качественный и количественный анализ белков.	Изучение спектрофотометрического метода обнаружения белка и метода Бредфорда.
10.	Качественный и количественный анализ белков.	Проведение первого этапа иммуноанализа.
11.	Качественный и количественный анализ белков.	Работа с литературой. Просмотр видео по теме раздела.
12.	Качественный и количественный анализ белков.	Просмотр видео по теме раздела.
13.	Качественный и количественный анализ белков.	Завершение работы с набором по иммуноанализу.
14.	Качественный и количественный анализ белков.	Оценка результата.
Раздел 5. Компьютерное моделирование и визуализация структуры биомолекул (16 часов)		
15.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Знакомство с уровнями структурной организации биомолекул и PDB-банком.
16.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Знакомство с уровнями структурной организации биомолекул и PDB-банком.
17.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Визуализация структуры гемоглобина, титина, антитела (PDB I).
18.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Работа с командной строкой PyMol.
19.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Визуализация структуры нуклеосомы, т-РНК (PDB ID: 5CPI, 5L4O, 1BNA соответственно).
20.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Визуализация структуры нуклеосомы ДНК (PDB ID: 5CPI, 5L4O, 1BNA соответственно).

21.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Самостоятельный поиск белковых структур на сайтах https://www.rcsb.org/ , http://pdb101.rcsb.org/ , их визуализация в PyMol.
22.	PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул.	Самостоятельный поиск белковых структур на сайтах https://www.rcsb.org/ , http://pdb101.rcsb.org/ , их визуализация в PyMol.
23.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	Теоретическая подготовка, знакомство с методом гомологичного моделирования.
24.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	Подготовка скриптов.
25.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	Моделирование на подготовленных заранее файлах с аминокислотной последовательностью и структурой-шаблоном.
26.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	Анализ полученной структуры в сравнении с шаблоном в PyMol.
27.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	Моделирование белков с известной кристаллической структурой.
28.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	Знакомство с сервисами моделирования онлайн, а также базами данных http://www.uniprot.org/ и https://swissmodel.expasy.org .
29.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	
30.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	
31.	Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков.	Поиск и изучение пространственных моделей белков по собственному выбору.
Раздел 6. Итоговое занятие (3 часа)		
32.	Профессия биохимик	Работа с альманахом «Атлас новых профессий». Перспективы изучения науки биохимии и профессионального самоопределения
33.	Профессия биохимик	
34.	Итоговое занятие	