

Пояснительная записка.

Элективный курс предназначен учащимся старшей школы (10 – 11 классы) естественно-научного, профиля обучения.

Рабочая программа курса составлена на основе программы элективного курса «Биохимия» автор Н.В. Антипова. Сборник примерных рабочих программ. Элективные курсы для профильной школы. Москва «Просвещение» 2018.

Курс рассчитан на 34 ч (1 ч в неделю).

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;

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.

Содержание элективного курса

Раздел 1. Введение в биохимию (6 ч)

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

Раздел 2. Методы выделения биомолекул (6 ч)

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 (4ч)

Теоретические основы биохимических методов разделения биомолекул.

Практические работы:

1. «Гель-фильтрационное разделение биомолекул».
2. «Тонкослойная хроматография липидов».
3. «Идентификация функциональных групп различными агентами».

Раздел 4. Качественный и количественный анализ биомолекул (10 ч)

Практические работы аналитического характера:

1. «Количественный анализ фосфатидилхолина. Определение липидного фосфора с помощью ферроцианидата аммония (метод Стюарта)».
2. «Качественные реакции на наличие пуриновых оснований и остатков фосфорной кислоты в составе ДНК».
3. «Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот», «Качественный и количественный анализ наличия белков и аминокислот».

Раздел 5. Компьютерное моделирование и визуализация структуры биомолекул (7 ч)
Возможности программы PyMol для визуализации пространственной структуры биомолекул, компьютерное моделирование пространственной структуры белков с помощью программы Modeller

Раздел 6. Итоговое занятие (1 ч)

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

При проведении занятий предусмотрено проведение занятий в компьютерном классе.

Тематическое планирование

Курс рассчитан на 34 ч (1 ч в неделю).

Тема	Основное содержание	Количество часов	Дата
		35	
Раздел 1. Введение в биохимию (6 ч)			
Введение		1	
Предмет биохимии. История биохимии	Предмет биохимии. История биохимии	1	
Структура и функции биомолекул	Функциональные группы органических молекул. Белки и аминокислоты. Моно- и полисахариды. Нуклеиновые кислоты. Работа с дополнительными источниками — составление краткого словаря терминов. Обсуждение функции биомолекул	2	
Эксперимент: планирование, выполнение и представление результатов	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	1	
Правила техники безопасности	Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории	1	
Раздел 2. Методы выделения биомолекул (6 ч)			

Получение ДНК из клеток лука	Повторение знаний о структуре и функциях нуклеиновых кислот ДНК и РНК в живых организмах (<i>сообщения учащихся</i>). Обсуждение теоретических основ метода экстракции нуклеиновых кислот из биологических объектов. Правила техники безопасности	1	
	Подготовка химической посуды и оборудования. Приготовление реактива (буфер для гомогенизации). Охлаждение химической посуды и реактива. Гомогенизация образца, добавление буфера для гомогенизации к образцу. Инкубация гомогената и его фильтрация. Осаждение ДНК. Подведение итогов практикума	1	
Выделение нуклеиновых кислот из дрожжей и исследование нуклеопротеинов	Изучение особенностей строения и функционирования плазмидной ДНК в бактериальных клетках. 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. Приготовление реактивов	1	
	Получение нуклеопротеина из пекарских дрожжей: внесение в колбу навески дрожжей, экстракция нуклеопротеина кипячением дрожжей в кислоте. 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	1	
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. Перенос органической фракции в чистую взвешенную пробирку. Повтор деления для второй пробирки. Помещение под тягу для просушивания от растворителей	2	
Раздел 3. Методы разделения биомолекул (4 ч)			
Разделение биомолекул методом	Теоретические основы использования принципа гель-фильтрации при разделении биомолекул	1	

гельфилтрации	Проведение экспериментов. Отделение низкомолекулярного красителя от окрашенного белка. Оформление результатов	1	
Тонкослойная хроматография липидов. Идентификация функциональных групп	Ознакомление с правилами техники безопасности. Подготовка посуды. Приготовление подвижной фазы, заполнение камеры. Подготовка пробы из экстракта липидов желтка	1	
	Нанесение пробы. Высушивание пластины. Проявление под УФ-лампой в тёмном кожухе/помещении. Проявление разных пластинок указанными реагентами. Обсуждение и оформление результатов	1	
Раздел 4. Качественный и количественный анализ биомолекул (10 ч)			
Определение концентрации фосфатидилхолина. Метод Стюарта	Ознакомление с правилами техники безопасности. Подготовка посуды. Приготовление раствора ферроцианида аммония. Подготовка проб для анализа: растворение навески яичного экстракта в хлороформе. Приготовление разбавленного раствора. Перенос ферроцианида, хлороформа и аликвот липидов. Приготовление контрольного образца: три пробирки ферроцианида аммония и чистого хлороформа	1	
	Продолжение подготовки проб: интенсивное перемешивание фаз, отбор нижней органической фазы в чистые пробирки с пробками.	1	
	Анализ образцов на спектрофотометре. Расчёт содержания фосфатидилхолина в пробе. Обсуждение результатов. Подведение итогов практического занятия	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 (доклады учащихся). Изучение правил техники безопасности. Подготовка химической посуды и оборудования (весы, шпатели, калька, щипцы, термоустойчивая стеклянная посуда для приготовления молибденовокислого реактива (колба или стакан), пробирки и пипетки, лакмусовая бумага, плитка и кастрюля (для создания водяной бани), холодная вода). Приготовление реактивов (10%-ный раствор NaOH, 1%-ный раствор AgNO ₃ , молибденовый реактив) и водяной бани	1	
	Проведение качественных реакций на содержание пуриновых оснований и остатков фосфорной кислоты. Подведение итогов практического занятия.	1	

	Оформление лабораторной работы		
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.	1	
	Проведение качественных реакций на содержание остатков рибозы и дезоксирибозы в нуклеопротеине дрожжей и в растворах отдельных пентоз. Подведение итогов практического занятия	1	
Качественный и количественный анализ белков	Подготовка к экспериментальной работе. Обсуждение качественных реакций на белки и аминокислоты	1	
	Проведение качественных реакций на белки: биуретовой реакции на содержание белка в гидролизате дрожжей, полученном ранее. Проведение нингидриновой реакции. Изучение спектрофотометрического метода обнаружения белка и метода Бредфорда	1	
	Проведение первого этапа иммуноанализа. Работа с литературой. Просмотр видео	1	
	Завершение работы с набором по иммуноанализу. Оценка результата	1	

Раздел 5. Компьютерное моделирование и визуализация структуры биомолекул (7ч)

PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул	Знакомство с уровнями структурной организации биомолекул и PDB-банком. Знакомство с интерфейсом пользователя PyMol и возможностями визуализации элементов структуры белка на примере калиевого канала (PDB ID: 1BL8)	1	
	Визуализация структуры гемоглобина, титина, антитела (PDB ID: 1HHB, 3B43, 1IGT соответственно). Работа с командной строкой PyMol	1	
	Визуализация структуры нуклеосомы, т-РНК, ДНК (PDB ID: 5CPI, 5L4O, 1BNA соответственно)	1	
	Самостоятельный поиск белковых структур на сайтах https://www.rcsb.org/ , http://pdb101.rcsb.org/ , их визуализация в PyMol	1	
Modeller — программа для компьютерного моделирования пространственной	Теоретическая подготовка, знакомство с методом гомологичного моделирования. Подготовка скриптов. Моделирование на подготовленных заранее файлах с аминокислотной последовательностью и	1	

структуры белко	структурой-шаблоном		
	Анализ полученной структуры в сравнении с шаблоном в PyMol. Моделирование белков с известной кристаллической структурой	1	
	Знакомство с сервисами моделирования онлайн, а также базами данных http://www.uniprot.org/ и https://swissmodel.expasy.org/ Поиск и изучение пространственных моделей белков по собственному выбору	1	
Раздел 6. Итоговое занятие (1 ч)			
Профессия биохимик	Работа с альманахом «Атлас новых профессий». Перспективы изучения науки биохимии и профессионального самоопределения (в формате круглого стола или урока-дискуссии)	2	
Итого		35	

1. **Расходные материалы и посуда:** цилиндры 25 мл, помпы для пипеток, пипетки 2 мл, пипетки 0,1 м, делительные воронки, пробирки пластиковые 50 мл.

2. **Реактивы:** хлороформ, этанол, роданид аммония, сульфат натрия безводный, хлорид железа (6-водный), гидразин солянокислый, нингидрин, фосфорномолибденовая кислота, молибдат натрия, молибденовокислый аммоний, додецилсульфат натрия, хлорид натрия, цитрат натрия, ЭДТА, нитрат серебра, нуклеотиды, азотная кислота, серная кислота, соляная кислота, дифениламин, дезоксирибоза и рибоза, орцин (5-метилрезорцин), хлорное железо.

2.1. **Объект:** дрожжи.

2.2. Информация о красителях: <https://ru.lumiprobe.com/protocols>

2.3. Рекомендации по приготовлению буферных растворов: [https:// www.sigmaaldrich.com/life-science/core-bioreagents/biological-buffers/learningcenter/buffer-reference-center.html](https://www.sigmaaldrich.com/life-science/core-bioreagents/biological-buffers/learningcenter/buffer-reference-center.html)

3. **Информационно-коммуникативные средства:**

3.1. Комплект настольных игр по «Атласу новых профессий»: <http://box.atlas100.ru/#future>

5.2. Видеолекторий:

<https://www.youtube.com/watch?v=nQbl3QC4t4Q&index=16&list=PLF6TGk0UjYG79EHvCt9rsWBWMfRMewRj7>

<https://www.youtube.com/watch?v=XI6eivdt8Bk&list=PLF6TGk0UjYG79EHvCt9rsWBWMfRMewRj7&index=17>

<https://www.youtube.com/watch?v=puceKBWzeqQ&t=19s>

<https://www.youtube.com/watch?v=qHeGo3pJSfk&t=14s>

<https://www.youtube.com/watch?v=FZmO53ebWcA&list=PLF6TGk0UjYG79EHvCt9rsWBWMfRMewRj7&index=18>

<https://www.youtube.com/watch?v=onogRbU6pQc&list=PLF6TGk0UjYG79EHvCt9rsWBWMfRMewRj7&index=19>

<https://www.youtube.com/watch?v=E1dww6RVnB4>

<https://www.youtube.com/watch?v=0k6Z49y7sqE&t=13s>

<https://www.youtube.com/watch?v=rJRouJPFig&t=18s> https://www.youtube.com/watch?v=k5_GJkEaSwo

<https://www.youtube.com/watch?v=tYjur3DSHYE>. <https://www.youtube.com/watch?v=7smVNdt9bSY>

<https://foxford.ru/events/246?ref=p308> [url https://www.youtube.com/watch?v=eb5G2ConR3Y](https://www.youtube.com/watch?v=eb5G2ConR3Y)

<https://www.youtube.com/watch?v=GL092Stgumk&t=13s>

<https://www.youtube.com/watch?v=WxvdZCdLoVo&t=20s>

Список литературы

1. Болдырев А. А. Введение в биохимию мембран / А. А. Болдырев. — М.: Высшая школа, 1986.
2. Ленинджер А. Основы биохимии / А. Ленинджер. — М.: Мир, 1985. — Т.1.
3. Овчинников Ю. А. Биоорганическая химия / Ю. А. Овчинников. — М.: Просвещение, 1987.
4. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Элиот, У. Элиот, К. Джонс. — М.: Мир, 1991. — С. 379 — 426.
5. Хайс И. М. Хроматография на бумаге / И. М. Хайс, К. Мацек. — М.: Издательство иностранной литературы, 1962.
6. Stadelman W. J. Egg Science and technology / W. J. Stadelman, O. J. Cotterill. — 4th Edition. — New York: The Haworth Press, 1995.
7. Stewart J. C. M. Colorimetric determination of phospholipids with ammonium ferrothiocyanate / J. C. M. Stewart // Anal Biochem. — 1980. — V. 104. — P. 10 — 14.
8. Vaskovsky V. E. A universal reagent for phospholipid analysis / V. E. Vaskovsky, E. Y. Kostetsky, I. M. Vasendin // Journal of Chromatography A. — 1975. — Volume 114. — Issue 1. — P. 129 — 141.

Интернет-ресурсы

1. Научный журнал «Биохимия»: <https://www.libnauka.ru/journal/biohimiya/>
2. Сайт biomolecula.ru (например, статья «Липидный фундамент жизни»): <https://biomolecula.ru/articles/tetrodotoksin-istoriia-elegantnogo-ubiitsy> <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-proteomika> <https://biomolecula.ru/articles/obo-vsekh-rnk-na-svete-bolshikh-i-malykh> <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-cekveniroyanie-nukleinovykh-kislot> <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaia-reaktsiia> <https://biomolecula.ru/articles/nauka-daet-shans-molekuliarnaia-biologii-i-v-medicine> <https://biomolecula.ru/articles/lipidnyi-fundament-zhizni> <https://biomolecula.ru/articles/poiavlenie-i-evoliutsiia-kletочноi-membrany> <https://biomolecula.ru/articles/molekuliarnaia-poverkhnost-cto-v-oblike-tebe-moiom> <https://biomolecula.ru/articles/kompiuternye-igry-v-molekuliarnuiu-biofiziku-biologicheskikh-membran> <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-immunologicheskie-tehnologii> <https://biomolecula.ru/articles/monoklonalnye-antitela> <http://kpdbio.ru/images/docs/region/Biohimija.pdf>
3. Государственная фармакопея РФ: фармакопейные статьи по контролю качества препаратов на основе аминокислот, углеводов, липидов и т. д.: <http://pharmacopoeia.ru> (например, <http://pharmacopoeia.ru/ofs-1-2-3-001215-opredelenie-belka/>).
4. Лекции по аналитической химии доктора хим. наук, профессора М. А. Проскурнина: https://spectran.blogspot.ru/p/blog-page_1260.html
Электронные книги по теме «Биохимия»: <http://www.knigafund>