

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Департамент образования и науки
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры
Комитет по образованию администрации Белоярского района
СОШ п. Сорум

РАССМОТРЕНО
Руководитель ШМО

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по УВР

УТВЕРЖДЕНО
Директор

Нуриханова Г.Х.

Горелкина О.И.

Степанова М.А.

Протокол от «31» августа 2023 г.
№ 1

«31» августа 2023 г.

Приказ от «31» августа 2023 г.
№542

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

факультативного курса «Биохимия»
для обучающихся 11 класса

Пояснительная записка

Актуальность данного курса определяется необходимостью поддержки профильного образования, направленного на подготовку будущих профессионалов для развития высокотехнологичных производств на стыке естественных наук. Содержание курса является конвергентно ориентированным и обеспечивает формирование компетенций, необходимых для жизни и трудовой деятельности в эпоху высокоразвитой науки и современных технологий.

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.

Общая характеристика курса. Данный курс содержательно связан с курсами химии, биологии, информатики, т. е. носит интегрированный характер и способствует развитию естественно-научного мировоззрения учащихся. В учебном плане элективный курс «Биохимия» является частью предметной области «Естественно-научные предметы». Материал пособия обеспечивает знакомство с современными фундаментальными и прикладными исследованиями в области биохимии; формирование у обучающихся конвергентного мышления; углубление и обобщение знаний школьников о высокомолекулярных веществах, методах их изучения; раскрытие принципов функционирования живых систем; знакомство с историей развития естествознания и современными разработками учёных; воспитание бережного отношения к живой природе, формирование культуры питания; обучение аргументированному ведению дискуссии; желание заниматься научно-практической деятельностью.

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.

Формами контроля над усвоением материала могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, тесты, итоговые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе.

На изучение курса отведено 34 часа в год из расчета 1 ч в неделю.

Содержание факультативного курса «Биохимия»

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 (4 ч)

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 ферротрицианата 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 RuMol 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).

Планируемые результаты изучения факультативного курса «Биохимия»

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 определенному 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 приемами 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 приемами 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 естествен-но-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.

Тематическое планирование

Основное содержание разделов по темам рабочей программы	Характеристика основных видов деятельности обучающихся
<p>Раздел 1. Введение в биохимию (6 ч) Предмет биохимии. История биохимии Функциональные группы органических молекул. Белки и аминокислоты. Моно- и полисахариды. Нуклеиновые кислоты.</p>	<p>Работа с дополнительными источниками — составление краткого словаря терминов. Обсуждение функции биомолекул. Обсуждение научного эксперимента как одного из инструментов научного поиска. Составление плана экспериментальной деятельности. Разработка формы отчетной документации по результатам эксперимента. Обсуждение экологических аспектов практических занятий, определение методов утилизации побочных продуктов реакций. Выбор тем для литературного обзора. Соблюдение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.</p>
<p>Раздел 2. Методы выделения биомолекул (6 ч) Повторение знаний о структуре и функциях нуклеиновых кислот ДНК и РНК в живых организмах.</p>	<p>Обсуждение теоретических основ метода экстракции нуклеиновых кислот из биологических объектов. Правила техники безопасности. 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. Изучение особенностей строения и функционирования плазмидной ДНК в бактериальных клетках. Подготовка химической посуды и оборудования для экстракции нуклеиновых кислот из дрожжей. Сборка установки для эксперимента: присоединение обратного холодильника и длинной стеклянной трубки к колбе. Получение нуклеопротеина из пекарских дрожжей: внесение в колбу навески дрожжей, экстракция нуклеопротеина кипячением дрожжей в кислоте. Охлаждение нуклеопротеина и доведение объема раствора до исходного объема реакционной смеси. Фильтрация нуклеопротеина. Подготовка его аликвот для анализа составных компонентов нуклеиновых кислот в следующих практикумах. 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. Взвешивание сухого липидного экстракта. Расчет среднего из двух опытов, расчет процентов от исходной массы желтка. Оформление результатов.</p>
<p>Раздел 3. Методы разделения биомолекул (4 ч) Теоретические основы использования принципа гель-фильтрации при разделении биомолекул.</p>	<p>Проведение экспериментов. Отделение низкомолекулярного красителя от окрашенного белка. Оформление результатов. Ознакомление с правилами техники безопасности. Подготовка посуды. Приготовление подвижной фазы, заполнение камеры. Подготовка пробы из экстракта липидов желтка. Нанесение пробы. Высушивание пластины. Проявление под УФ-лампой в темном кожухе/помещении. Проявление разных пластинок указанными реагентами. Обсуждение и оформление результатов.</p>
<p>Раздел 4. Качественный и количественный анализ биомолекул (10 ч) Определение концентрации фосфат-идилхолина. Метод Стюарта. Качественные реакции на пуриновые основания и остатки фосфор-ной кислоты в ДНК. Качественный и количественный анализ белков</p>	<p>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. Продолжение подготовки проб: интенсивное перемешивание фаз, отбор нижней органической фазы в чистые пробирки с пробками. Анализ образцов на спектрофотометре. Расчет содержания фосфатидилхолина в пробе. Обсуждение результатов. Подведение итогов практического занятия Изучение процессов репликации ДНК в живых организмах (на примере геномной и плазмидной ДНК). Фер-</p>

	<p>менты, 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 AgNO₃, молибденовый реактив) и водяной бани. Проведение качественных реакций на содержание пуриновых оснований и остатков фосфорной кислоты. Подведение итогов практического занятия. Оформление лабораторной работы.</p> <p>Приготовление реактивов: 1%-ный раствор дифениламина, орциновый реактив, 10%-ный раствор хлорного железа FeCl₃, концентрированная 30%-ная соляная кислота, водные растворы отдельных пентоз рибозы и дезоксирибозы. Проведение качественных реакций на содержание остатков рибозы и дезоксирибозы в нуклеопротеине дрожжей и в растворах отдельных пентоз. Подведение итогов практического занятия</p> <p>Подготовка к экспериментальной работе. Обсуждение качественных реакций на белки и аминокислоты. 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. Проведение первого этапа иммуноанализа. Работа с литературой. Просмотр видео. Завершение работы с набором по иммуноанализу. Оценка результата</p>
<p>Раздел 5. Компьютерное моделирование и визуализация структуры биомолекул (7 ч)</p> <p>Знакомство с уровнями структурной организации биомолекул и PDB-банком.</p> <p>Знакомство с сервисами моделирования онлайн, а также базами данных http://www.uniprot.org/ и https://swissmodel.expasy.org/</p>	<p>Знакомство с интерфейсом пользователя PyMol и возможностями визуализации элементов структуры белка на примере калиевого канала (PDB ID: 1BL8)</p> <p>Визуализация структуры гемоглобина, титина, антитела (PDB ID: 1HHB, 3B43, 1IGT соответственно). Работа с командной строкой PyMol</p> <p>Визуализация структуры нуклеосомы, т-РНК, ДНК (PDB ID: 5CPI, 5L4O, 1BNA соответственно)</p> <p>Самостоятельный поиск белковых структур на сайтах https://www.rcsb.org/, http://pdb101.rcsb.org/, их визуализация в PyMol</p> <p>Теоретическая подготовка, знакомство с методом гомологичного моделирования. Подготовка скриптов. Моделирование на подготовленных заранее файлах с аминокислотной последовательностью и структурным шаблоном</p> <p>Анализ полученной структуры в сравнении с шаблоном в PyMol. Моделирование белков с известной кристаллической структурой. Поиск и изучение пространственных моделей белков по собственному выбору</p>
<p>Раздел 6. Итоговое занятие (1 ч)</p> <p>Работа с альманахом «Атлас новых профессий». Перспективы изучения науки биохимии и профессионального самоопределения (в формате круглого стола или урока-дискуссии)</p>	<p>Участие в дискуссии</p>

Деятельность учителя с учетом рабочей программы воспитания:

- создание условий для развития и реализации интереса обучающихся к саморазвитию, самостоятельности и самообразованию на основе рефлексии деятельности и личностного самопознания; самоорганизации жизнедеятельности; формирования позитивной самооценки, самоуважению; поиска социально приемлемых способов деятельностной реализации личностного потенциала;

- формирование у обучающихся личностных компетенций, внутренней позиции личности, необходимых для конструктивного, успешного и ответственного поведения в обществе с учетом правовых норм, установок уважительного отношения к своему праву и правам других людей на собственное мнение, личные убеждения; закрепление у них знаний о нормах и правилах поведения в обществе, социальных ролях человека (обучающийся, работник, гражданин, член семьи), способствующих подготовке к жизни в обществе, активное неприятие идеологии экстремизма и терроризма;

- стимулирование интереса обучающихся к творческой и интеллектуальной деятельности, формирование у них целостного мировоззрения на основе научного, эстетического и практического познания устройства мира;

- формирование представлений о современных угрозах для жизни и здоровья людей, в том числе в информационной сфере; навыков безопасного поведения на дорогах, в чрезвычайных ситуациях, содействие формированию у обучающихся убежденности в необходимости выбора здорового образа жизни, о вреде употребления алкоголя и табакокурения; осознанию необходимости следования принципу предвидения последствий своего поведения;

- создание условий для формирования у обучающихся установки на систематические занятия физической культурой и спортом, готовности к выбору индивидуальных режимов двигательной активности на основе осознания собственных возможностей; для осознанного отношения обучающихся к выбору индивидуального рациона здорового питания; для овладения обучающимися современными оздоровительными технологиями, в том числе на основе навыков личной гигиены; в целях недопущения употребления наркотических средств и психотропных веществ, профилактики инфекционных заболеваний;

- осознание обучающимися взаимосвязи здоровья человека и экологического состояния окружающей его среды, роли экологической культуры в обеспечении личного и общественного здоровья; участие обучающихся в совместных с родителями (законными представителями) несовершеннолетних обучающихся видах деятельности, организуемых Организацией и формирующих экологическую культуру мышления и поведения;

- информированность обучающихся об особенностях различных сфер профессиональной деятельности, в том числе с учетом имеющихся потребностей в профессиональных кадрах на местном, региональном и федеральном уровнях; организацию профессиональной ориентации обучающихся через систему мероприятий, проводимых Организацией совместно с различными предприятиями, образовательными организациями, центрами профориентационной работы, практической подготовки;

- оказание психолого-педагогической поддержки, консультационной помощи обучающимся в их профессиональной ориентации, включающей в том числе диагностику мотивации, способностей и компетенций обучающихся, необходимых для продолжения получения образования и выбора профессии.

В целях гражданского воспитания:

- неприятие любых форм экстремизма, дискриминации;

В целях патриотического воспитания:

- ценностное отношение к достижениям своей Родины - России, к науке, искусству, спорту, технологиям, боевым подвигам и трудовым достижениям народа;

В целях духовно-нравственного воспитания:

- ориентация на моральные ценности и нормы в ситуациях нравственного выбора;

- готовность оценивать свое поведение и поступки, поведение и поступки других людей с позиции нравственных и правовых норм с учетом осознания последствий поступков;

- активное неприятие асоциальных поступков, свобода и ответственность личности в условиях индивидуального и общественного пространства.

В целях физического воспитания, формирования культуры здоровья и эмоционального благополучия:

- осознание ценности жизни;

- ответственное отношение к своему здоровью и установка на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиенических правил, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность);

- осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребление алкоголя, наркотиков, курение) и иных форм вреда для физического и психического здоровья;

- соблюдение правил безопасности, в том числе навыков безопасного поведения в интернет-среде;

- способность адаптироваться к стрессовым ситуациям и меняющимся социальным, информационным и природным условиям, в том числе осмысливая собственный опыт и выстраивая дальнейшие цели;
- умение принимать себя и других, не осуждая;
- умение осознавать эмоциональное состояние себя и других, умение управлять собственным эмоциональным состоянием;
- сформированность навыка рефлексии, признание своего права на ошибку и такого же права другого человека.

В целях трудового воспитания:

- уважение к труду и результатам трудовой деятельности;

В целях экологического воспитания:

- ориентация на применение знаний из социальных и естественных наук для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;
- повышение уровня экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения;
- активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде;
- осознание своей роли как гражданина и потребителя в условиях взаимосвязи природной, технологической и социальной сред;
- готовность к участию в практической деятельности экологической направленности.

Информационно-коммуникативные средства:

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

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=E1dWk6RVnB4>

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

<https://www.youtube.com/watch?v=rJRouJJPFIg&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

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-cekvenirovanienukleinovykh-kislot>

<https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaireaktsiia>

<https://biomolecula.ru/articles/nauka-daet-shans-molekuliarnaia-biologiia-vmeditsine>

<https://biomolecula.ru/articles/lipidnyi-fundament-zhizni>

<https://biomolecula.ru/articles/poiavlenie-i-evoliutsiia-kletochnoi-membrany>

<https://biomolecula.ru/articles/khoroshii-plokhoi-zloi-kholesterin>

<https://biomolecula.ru/articles/molekuliarnaia-poverkhnost-cto-v-obliketebe-moiom>

<https://biomolecula.ru/articles/kompiuternye-igry-v-molekuliarnuiu-biofizikubiologicheskikh-membran>

<https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-immunologicheskietekhnologii>

<https://biomolecula.ru/articles/monoklonalnye-antitela>

<http://kpdbio.ru/images/docs/region/Biohimiya.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-1-2-3-0012-15-opredelenie-belka/>).

<https://postnauka.ru/themes/biohimiya>

4. Лекции по аналитической химии доктора хим. наук, профессора М. А. Проскурнина: https://spectran.blogspot.ru/p/blog-page_1260.html

5. Электронные книги по теме «Биохимия»: <http://www.knigafund.ru/tags/2802>

Календарно-тематическое планирование

№ п/п	№ те мы	Дата	Кор рек-ция	Теоретическая часть Раздел. Количество часов. Тема урока	Практическая часть	ИКТ	Домашнее задание	Примечания
1. Введение в биохимию (6 ч)								
1	1	2.09		Введение		Презентация, интерактивные рисунки и схемы	С. 4-6	
2	2	9.09		Предмет биохимии. История биохимии		Интерактивные рисунки и схемы	С. 7-12	
3	3	16.09		Структура и функции биомолекул		Интерактивные рисунки и схемы	С. 13-20	
4	4	23.09		Структура и функции биомолекул		Интерактивные рисунки и схемы	С. 21-30	
5	5	30.09		Эксперимент: планирование, выполнение и представление результатов		Интерактивные рисунки и схемы	С. 31-34	
6	6	7.10		Правила техники безопасности		Интерактивные рисунки и схемы	С. 34-36	
2. Методы выделения биомолекул (6 ч)								
7	1	14.10		Получение ДНК из клеток лука	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 37-41	
8	2	21.10		Получение ДНК из клеток лука	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 41-45	
9	3	11.11		Выделение нуклеиновых кислот из дрожжей и исследование нуклеопротеинов	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы, анимации	С. 46-49	
10	4	18.11		Выделение нуклеиновых кислот из дрожжей и исследование нуклеопротеинов	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 46-49	
11	5	25.11		Экстракция липидной фракции из желтка куриного яйца	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 49-55	
12	6	2.12		Экстракция липидной фракции из желтка куриного яйца	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 49-55	
3. Методы разделения биомолекул (4 ч)								
13	1	9.12		Разделение биомолекул методом гель-фильтрации	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 56-60	
14	2	16.12		Разделение биомолекул методом гель-фильтрации	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 56-60	

15	3	23.12		Тонкослойная хроматография липидов. Идентификация функциональных групп	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 61-69	
16	4	30.12		Тонкослойная хроматография липидов. Идентификация функциональных групп	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 61-69	
4. Качественный и количественный анализ биомолекул (10 ч)								
17	1	13.01		Определение концентрации фосфатидилхолина. Метод Стюарта	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы, анимации	С. 70-76	
18	2	20.01		Определение концентрации фосфатидилхолина. Метод Стюарта	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы, анимации	С. 70-76	
19	3	27.01		Качественные реакции на пуриновые основания и остатки фосфорной кислоты в ДНК	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 76-82	
20	4	3.02		Качественные реакции на пуриновые основания и остатки фосфорной кислоты в ДНК	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 76-82	
21	5	10.02		Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 82-87	
22	6	17.02		Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 82-87	
23	7	24.02		Качественный и количественный анализ белков	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 87-91	
24	8	2.03		Качественный и количественный анализ белков	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 92-94	
25	9	9.03		Качественный и количественный анализ белков	Практикум	Интерактивные рисунки и схемы	С. 94-95	
26	10	16.03		Качественный и количественный анализ белков	Практикум	Интерактивные схемы	С. 94-95	
5. Компьютерное моделирование и визуализация структуры биомолекул (7 ч)								
27	1	6.04		RyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул		Интерактивные рисунки и схемы	С. 96-104	
28	2	13.04		RyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул		Интерактивные рисунки и схемы	С. 104-107	
29	3	20.04		RyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул		Интерактивные рисунки и схемы	С. 107-109	
30	4	27.04		RyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул		Интерактивные рисунки	С. 109-111	
31	5	4.05		Modeller - программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков		Интерактивные рисунки и схемы	С. 111-115	

32	6	11.05		Modeller - программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков		Интерактивные рисунки и схемы	С. 115-121	
33	7	18.05		Modeller - программа для компьютерного моделирования пространственной структуры белков		Интерактивные рисунки и схемы	С. 115-121	
6. Итоговое занятие (1 ч)								
34	1	25.05		Профессия биохимик		Интерактивные рисунки и схемы	С. 122-125	