

**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
Бутурлинская средняя общеобразовательная школа имени В.И.Казакова**

Принято на педагогическом совете ПРИЛОЖЕНИЕ к ООП ООО
Протокол от 28.05.2021 №10 УТВЕРЖДЕНО приказом директора
от 09.06.2021г. №226.

Рабочая программа

Элективного курса
«Биохимия»
10-11 класс

Автор-разработчик:
Гусева Мария Вячеславовна,
учитель первой кв.категории

Рабочая программа элективного курса «Биохимия» для 10-11 класса составлена на основе Федерального Закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273 ФЗ, фундаментального ядра общего образования; примерной ООП СОО, одобренной решением Федерального учебно-методического объединения по среднему общему образованию, в соответствии с требованиями ФГОС СОО по химии; а также программы элективного курса «Биохимия» Н. В. Антиповой (Сборник примерных рабочих программ. Элективные курсы для профильной школы : учеб. пособие для общеобразоват. организаций /Н. В. Антипова и др. — М.: Просвещение, 2019. — 187 с.), допущенного Министерством образования РФ.

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.

Курс предназначен учащимся старшей школы универсального профиля обучения и является обязательным учебным предметом по выбору учащегося из компонента образовательной организации в вариативной части учебного плана.

Знание биохимии необходимо для формирования у учащихся осознанных принципов здорового образа, для более глубокой подготовки обучающихся, ориентация для продолжения образования в средних и высших учебных заведениях медицинского, фармацевтического и биологического профилей. Особое внимание при изучении биохимии уделяется особенностям химического состава организма человека с помощью биорегуляторов (эфффекторы, витамины, гормоны); особенностям обмена веществ организма и сравнительной характеристике биохимических процессов в состоянии здоровья и болезни.

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

Курс рассчитан на *70 часов в 10 классе и 68 часов в 11 классе*, в том числе 19 практических работ.

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;

— 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 обучающихся. В учебном плане элективный курс «Биохимия» является частью предметной области «Естественно-научные предметы». Элективный курс 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.

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;

— 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;

— 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.

Средства обучения и воспитания

В основе использования средств обучения и воспитания лежат приоритеты неукоснительного соблюдения правил техники безопасности, совместной работы педагога и обучающегося, интегрирования современных форм обучения и комплексного воздействия на кинестетическую, аудиальную и визуальную системы восприятия. Реализация элективного курса может осуществляться с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Тематический план элективного курса «Биохимия»

10 класс

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Теоретическая часть	Практическая часть	Деятельность учителя с учетом рабочей программы воспитания
1.	Введение	2 ч	1		установление доверительных отношений между учителем и его учениками, способствующих позитивному восприятию учащимися требований и просьб учителя, привлечению их внимания к обсуждаемой на уроке информации, активизации их познавательной деятельности
2.	Тема 1. Белки	8 ч	6	2	принятие и реализацию ценностей здорового и безопасного образа жизни, потребности в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью, неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя, наркотиков, использование воспитательных возможностей содержания учебного предмета через демонстрацию детям примеров ответственного, гражданского поведения, привлекать внимание школьников к ценностному аспекту изучаемых на уроке явлений, организовывать работу
3.	Тема 2. Ферменты	8 ч	6	2	
4.	Тема 3. Витамины и некоторые другие биологически активные соединения	5 ч	3	2	
5.	Тема 4. Нуклеиновые кислоты и их обмен	8 ч	6	2	
6.	Тема 5. Распад и биосинтез белков	5 ч	4	1	
7.	Тема 6. Углеводы и их обмен	5 ч	3	2	
8.	Тема 7. Липиды и их обмен	5 ч	4	1	
9.	Тема 8. Методы выделения и разделения биомолекул	4 ч			
10.	Тема 9. Биологическое окисление и синтез АТФ	6 ч	6		
11.	Тема 10. Гормоны и их роль в обмене веществ	4 ч	4		
12.	Тема 11. Взаимосвязь и регуляция обмена	4 ч	4		

	веществ. Проблемы биохимической экологии				детей с социально значимой информацией – обсуждать, высказывать мнение; · использовать воспитательные возможности содержания учебного предмета через демонстрацию детям примеров ответственного, гражданского поведения, проявления человеколюбия и добросердечности;
13	Тема 12. Итоговое занятие	4 ч			способствовать профессиональному самоопределению школьников, применять на уроке интерактивные формы работы: интеллектуальные игры, дидактический театр, дискуссии, работы в парах и др.;
	Резерв	2 ч			
	ИТОГО:	70	24	12	

Тематический план элективного курса «Биохимия»

11 класс

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Теоретическая часть	Практическая часть	Деятельность учителя с учетом рабочей программы воспитания
1.	Введение	1 ч			установление доверительных отношений между учителем и его учениками, способствующих позитивному восприятию учащимися требований и просьб учителя, привлечению их внимания к обсуждаемой на уроке информации, активизации их познавательной деятельности
2.	Тема 1. Вода и её роль в биологических системах	4 ч	2	1	принятие и реализацию ценностей здорового и безопасного образа жизни, потребности в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью,
3.	Тема 2. Биогенные элементы и их соединения	8 ч	6	2	неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя,
4.	Тема 3. Решение задач с биохимической направленностью	8 ч			употребления наркотиков,
5.	Тема 4. Метаболизм живых организмов	10 ч	9	1	использование воспитательных возможностей содержания
6.	Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот	6 ч	6		учебного предмета через демонстрацию
7.	Тема 6. Биосинтез белков	4 ч	4		детям примеров ответственного, гражданского
8.	Тема 7. Генетика человека и биохимия	8 ч	7	1	
9.	Тема 8. Бионеорганическая химия и медицина	8 ч	7	2	
10.	Тема 9. Решение заданий ЕГЭ с биохимической направленностью	7 ч			

					поведения, привлекать внимание школьников к ценностному аспекту изучаемых на уроке явлений, организовывать работу детей с социально значимой информацией – обсуждать, высказывать мнение; · использовать воспитательные возможности содержания учебного предмета через демонстрацию детям примеров ответственного, гражданского поведения, проявления человеколюбия и добросердечности;
11.	Тема 10. Итоговое занятие	2 ч			способствовать профессиональному самоопределению школьников, применять на уроке интерактивные формы работы: интеллектуальные игры, дидактический театр, дискуссии, работы в парах и др.;
	Резерв	2 ч			
	ИТОГО:	68 ч	24	7	

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

10 класс

Введение (2 часа)

Биохимия как наука. История развития биохимии. Роль отечественных ученых в развитии биохимии (работы А. Я. Данилевского, Н. И. Лунина, А. Н. Баха, В. А. Энгельгардта, А. Н. Белозерского, А. С. Спирина, Ю. А. Овчинникова, В. П. Скулачева и др.). Взаимосвязь биохимии с молекулярной биологией, биофизикой и биоорганической химией. Значение биохимии для развития биологии, медицины, биотехнологии, сельского хозяйства, генетики и экологии. Методы биохимических исследований и их характеристика. Использование современных скоростных и автоматизированных физико-химических методов анализа для биохимических целей. Биохимические методы мониторинга окружающей среды. Химический состав организмов и общее понятие об обмене веществ и энергии в живой природе.

Тема 1. Белки (8 часов)

Роль белков в построении и функционировании живых систем. Понятие о протеоме и протеомике. Аминокислотный состав белков. Понятие о протеиногенных аминокислотах. Способ связи аминокислот в белковой молекуле. Пептиды. Природные пептиды (глутатион, вазопрессин, энкефалины, эндорфины и др.), их физиологическое значение и использование в качестве медицинских препаратов. Химический синтез пептидов заданного строения и возможности их применения. Структура белковых молекул.

Первичная структура белков. Принципы и методы определения первичной структуры белка. Автоматические и молекулярно-генетические методы определения первичной структуры. Компьютерные банки данных о первичной структуре белков. Эволюция первичной структуры белков (на примере цитохромов).

Вторичная и надвторичная структуры белков. Понятие об α - и β -конформациях полипептидной цепи (работы Л. Полинга). Параметры α -спирали полипептидной цепи. Надвторичные структуры в белках и их значение для функционирования специфических групп белков. Связь первичной и вторичной структур белковой молекулы. Классификация белков по элементам вторичной структуры. Доменный принцип структурной организации белков. Понятие о структурных и функциональных доменах (на примере иммуноглобулинов и каталитически активных белков).

Третичная структура белков. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры. Динамичность третичной структуры белков. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы и роль специфических белков-шаперонов в этом

процессе. Предсказание пространственного строения белков исходя из их первичной структуры.

Четвертичная структура белков. Субъединицы (протомеры) и эпимолекулы (мультимеры). Конкретные примеры четвертичной структуры белков (гемоглобин, лактатдегидрогеназа, каталаза и др.). Типы связей между субъединицами в эпимолекуле.

Номенклатура и классификация белков. Функциональная классификация белков и характеристика отдельных групп: структурных, сократительных, защитных, токсических, рецепторных и регуляторных. Белки (металлотioneины, гемоглобин и др.) как детоксиканты ксенобиотиков в организме.

Практическая работа №1 «Реакции по осаждению белков»

Практическая работа №2 «Цветные реакции на белки»

Тема 2. Ферменты (8 часов)

Разнообразие каталитически активных молекул. Каталитически активные белки (энзимы), каталитически активные РНК (рибозимы), каталитически активные антитела (абзимы). Каталитическая функция белков. Различия в свойствах ферментов и катализаторов иной природы. Специфичность действия ферментов. Роль отечественных ученых (И. П. Павлов, А. Е. Браунштейн, П. А. Энгельгардт и др.) в развитии эизимологии. Понятие о субстратном и аллостерическом центрах в молекуле ферментов. Ферменты мономеры (трипсин, ли-юцим) и мультимеры (глутатион-редуктаза). Понятие о коферментах. Коферменты — переносчики водорода и электронов (НАД, НАДФ, ФАД), и атомных групп (АТФ, кофермент-А, НДФ-сахара).

Множественные формы ферментов и их функциональное значение. Изоферменты лактатдегидрогеназы. Значение исследования множественных форм ферментов для медицины, генетики, селекции и мониторинга окружающей среды. Мультиэнзимные комплексы, метаболо-ны и полифункциональные ферменты. Механизм действия ферментов. Фермент-субстратные комплексы. Константа диссоциации фермент-субстратного комплекса (K_S) и константа Михаэлиса (K_M) Активаторы и ингибиторы ферментов. Влияние ксенобиотиков на активность ферментов.

Номенклатура и классификация ферментов. Принципы классификации ферментов.

Промышленное получение и практическое использование ферментов. Имобилизованные ферменты. Перспективы практического использования рибозимов и абзимов для борьбы с заболеваниями человека.

Практическая работа №3: «Сравнительный анализ продуктов кислотного и ферментативного гидролиза ди- и полисахаридов (на примере сахарозы и крахмала)

Практическая работа №4: «Влияние на активность ферментов температуры, pH, активаторов и ингибиторов»

Тема 3. Витамины и некоторые другие биологически активные соединения (5 часов)

История открытия витаминов. Роль витаминов в питании человека и животных. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипervитаминозы. Соотношение витаминов и коферментов. Витамерия.

Жирорастворимые витамины. Витамин А и его участие в зрительном акте. Витамины D, К и Е и их роль в обмене веществ. Водорастворимые витамины. Витамины В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₂, их значение в обмене веществ. Витамин С (аскорбиновая кислота).

Разнообразие биологически активных соединений: антивитамины, антибиотики, фитонциды, гербициды, дефолианты, ростовые вещества (важнейшие представители и механизмы действия).

Практическая работа №5: «Качественные реакции на витамины»

Практическая работа №6: «Определение содержания аскорбиновой кислоты»

Тема 4. Нуклеиновые кислоты и их обмен (8 часов)

История открытия и изучения нуклеиновых кислот, их химический состав. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК). Различия между ДНК и РНК по составу главных азотистых оснований, пентозам, молекулярной массе, локализации в клетке и функциям. Центральный постулат молекулярной биологии: ДНК — РНК — белок и его развитие.

Структура и функции ДНК. Содержание ДНК в организме и локализация ее в клетке (ядро, митохондрии, хлоропласты, эписомы). Размер и формы молекул ДНК. Кольцевая форма ДНК некоторых фагов, митохондрий и хлоропластов. Первичная структура ДНК. Успехи и перспективы в расшифровке структуры геномов микроорганизмов, растений и животных. Проект «Геном человека». Вторичная структура ДНК (модель Дж. Уотсона и Ф. Крика). Комплементарность азотистых оснований и ее значение для воспроизведения структуры геномов. Полиморфизм вторичной структуры ДНК (А-, В-, С- и Z-формы ДНК). Третичная структура ДНК. Сверхспирализация ДНК. Избыточность и компактность молекул ДНК. Строение хроматина.

Мутации в ДНК и факторы, их вызывающие. Репарация структуры ДНК и ее значение для сохранения видов. Наследственные заболевания. РНК, их классификация (тРНК, рРНК, мРНК, мяРНК, тмРНК, вирусные РНК). Сравнительная характеристика видов РНК по их структуре и функциям. Концепция «Мир РНК». Механизм биосинтеза

(репликации) ДНК. Ферменты (РНК-полимераза, ДНК-полимераза, ДНК-лигаза) и белковые факторы, участвующие в репликации ДНК. Репликационная вилка и этапы биосинтеза ДНК. Особенности репликации у про- и эукариот. Теломерные повторы в ДНК и ДНК-теломеразы. Биосинтез РНК (транскрипция) и ее регуляция у про-и эукариот. Понятие о транскриптонах и оперонах. Созревание (процессинг) РНК, Сплайсинг и его виды. Аутосплайсинг. «Редактирование» РНК. Обратная транскрипция и ее значение для существования вирусов (на примере вируса иммунодефицита человека и вирусов гриппа) и внутригеномных перестроек. Понятие о подвижных генетических элементах и их значении для эволюции геномов.

Понятие о генетической инженерии. Принципы и стратегии молекулярного клонирования. Достижения и перспективы молекулярной биотехнологии.

Практическая работа №7 «Выделение рибонуклеопротеинов из дрожжей»

Практическая работа №8 «Качественное определение продуктов гидролиза рибонуклеопротеинов»

Тема 5. Распад и биосинтез белков (5 часов)

Распад белков. Ферменты, осуществляющие распад белков. Протеасомы — комплексы протеолитических ферментов. Мажорные белки крови как источники биологически активных пептидов. Метаболизм аминокислот. Конечные продукты распада белков и пути связывания аммиака в организме. Пути новообразования аминокислот. Первичные и вторичные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Биосинтез белков. Матричная схема биосинтеза белков. Активирование аминокислот (синтез аминоацил-тРНК). Строение рибосом. Состав прокариотических и эукариотических рибосом. Полирибосомы. Этапы трансляции (инициация, элонгация, терминация) и их регуляция. Возможность перепрограммирования трансляции.

Код белкового синтеза. История его открытия; работы М. Ниренберга, С. Очоа, Х. Г. Кораны и др. Особенности генетического кода митохондрий и хлоропластов.

Практическая работа №9 «Энзиматический метод выделения и количественного определения мочевины»

Тема 6. Углеводы и их обмен (5 часов)

Классификация углеводов. Простые углеводы (моносахариды) и их представители (рибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза). Сложные углеводы. Дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза). Полисахариды, их структура и представители (гликоген, крахмал, клетчатка, хитин). Функции углеводов (энергетическая, метаболическая, рецепторная и др.). Гликопротеины как детерминанты групп крови.

Обмен углеводов. Пути распада полисахаридов. Регуляция фосфолиза при участии гормонов, G-белков, цАМФ и протеинкиназ. Обмен глюкозо-6-фосфата (дихотомический и апотомический пути). Обмен пировиноградной кислоты. Гликолиз. Спиртовое брожение. Действие этанола на организм человека. Полиферментный комплекс окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты. Цикл трикарбоновых и дикарбоновых кислот, его значение в обмене веществ и обеспечении организма энергией.

Биосинтез углеводов. Понятие о первичном биосинтезе углеводов. Глюконеогенез. Биосинтез олиго- и полисахаридов.

Практическая работа №10 «Выделение гликогена из печени животных. Сопоставление структуры гликогена и крахмала»

Практическая работа №11 «Качественные реакции на углеводы. Определение водорастворимых углеводов по методу Бертрана»

Тема 7. Липиды и их обмен (5 часов)

Общая характеристика и классификация липидов. Структура и функции липидов. Роль липидов в построении биологических мембран. Структура и функции липопротеинов.

Обмен жиров. Распад жиров и (3-окисление высших жирных кислот. Глиоксильный цикл и его роль во взаимосвязи обмена липидов и углеводов. Механизм биосинтеза высших жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Нарушения в обмене жиров. Ожирение и его причины.

Воски, их строение, функции и представители (спермацет, пчелиный воск). Стериды. Стероиды (холестерол, эргостерол и др.). Структура и функции стероидов (холевая кислота, стероидные гормоны). Фосфолипиды. Биологическая роль фосфолипидов. Фосфоинозитиды как источники вторичных посредников гормонов.

Практическая работа №12: Гидролиз жиров под действием липазы. Влияние желчи на активность липазы.

Тема 8. Методы выделения и разделения биомолекул (4 часа)

Теоретические основы биохимических методов выделения и разделения биомолекул.

Тема 9. Биологическое окисление и синтез АТФ (6 часов)

История изучения процессов биологического окисления: работы А. Н. Баха, В. И. Палладипа, О. Варбурга, В. А. Энгельгардта. Разнообразие ферментов биологического окисления.

Системы микросомального окисления в клетке. Цитохром P-450 и его роль в детоксикации ксенобиотиков. Супероксиддисмутазы, каталазы и их роль в защите организма от активных форм кислорода.

Сопряжение окисления с фосфорилированием. Субстратное фосфорилирование и фосфорилирование на уровне электронно-транспортной цепи. Понятие о сопрягающей мембране митохондрий.

Тема 10. Гормоны и их роль в обмене веществ (4 часа)

Классификация гормонов. Стероидные гормоны: кортизол, тестостерон, эстрадиол, эргостерон. Механизм действия стероидных гормонов. Пептидные гормоны. Характеристика инсулина, гормона роста, тиреотропина, гастрина, вазопрессина. Механизм действия пептидных гормонов (на примере глюкагона и инсулина). Сахарный диабет и его виды.

Прочие гормоны (адреналин, ауксин, гиббереллины, цитокинины, простагландины), их структура и механизм действия. Релизинг-факторы гормонов. Нейрогормоны (эндорфины и энкефалины). Применение гормонов в медицине и сельском хозяйстве.

Тема 11. Взаимосвязь и регуляция обмена веществ. Проблемы биохимической экологии (4 часа)

Общие представления о взаимосвязи обмена веществ в клетке. Понятие о ключевых метаболитах (пировиноградная кислота, кофермент-Аи др.) Взаимосвязь белкового и нуклеинового обмена, значение регуляторных белков. Взаимосвязь углеводного и белкового обмена. Роль пировиноградной кислоты и цикла Кребса в этой взаимосвязи. Взаимосвязь обмена углеводов и липидов; роль ацетилкоэнзима-А в этом процессе.

Уровни регуляции обмена веществ: клеточный, организменный и популяционный.

Транскрипционный (оперонный) уровень регуляции. Основные механизмы регуляции обмена веществ в клетке. Организменный уровень регуляции. Гормональная регуляция обмена веществ. Каскадный механизм регуляции с участием гормонов и вторичных посредников. Популяционный уровень регуляции. Антибиотики микробов, фитонциды растений, телергоны животных и их влияние на процессы жизнедеятельности.

Эколого-биохимические взаимодействия с участием различных групп организмов: микроорганизмов, грибов, высших растений, животных. Токсины растений. Пищевые детергенты и антифиданты. Пищевые аттрактанты и стимуляторы.

Хеморегуляторы, воздействующие на позвоночных животных. Накопление и использование животными вторичных метаболитов растений.

Антропогенные биоактивные вещества и проблемы химического загрязнения биосферы. Экологически безопасные способы воздействия на различные виды животных, растений и микроорганизмов.

Тема 12. Итоговое занятие (4 часа)

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

11 класс

Введение (1 час)

Введение в курс изучения биохимии в 11 классе. Взаимосвязь биохимии с другими науками естественной направленности. Значение биохимии для развития биологии, медицины, биотехнологии, сельского хозяйства, генетики и экологии.

Тема 1. Вода и её роль в биологических системах (4 часа)

Вода в биосфере. Взаимосвязь двух водных систем – внутренней среды организмов и Мирового океана. Вода в жизни человека. Физико-химические свойства воды. Функции воды в клетке. Роль воды в повреждении клетки. Выделение воды.

Практическая работы «Плазмолиз и деплазмолиз в клетках»

Тема 2. Биогенные элементы и их соединения (8 часов)

Классификация и распространенность химических элементов в организме человека. Органогены. Металлы жизни. Биогенные элементы. Макроэлементы. Микроэлементы. Гомеостаз. Химические свойства биогенных элементов, физиологическая роль для организма. Водород и его соединения. Функции воды. Связанная, свободная вода. Структурированная, деструктурированная вода. Тяжелая вода. Дистиллированная вода. Углерод и его соединения. Обменный механизм. Кислород, сера и их соединения. Дезинфицирующие свойства серы. Биологическое окисление. Пероксид водорода. Азот, фосфор и их соединения. Физиологическая роль фосфора. Атомы галогенов и их соединения. Окислительно-восстановительные свойства галогенов. Кислотно-основные свойства галогенов. Комплексообразующие свойства галогенов. Биологическая роль и применение галогенов и их соединений в медицине.

Практическая работы «Простейшие способы очистки воды из природных источников»

Практическая работа «Составление схем круговоротов биогенных элементов в природе».

Тема 3. Решение задач с биохимической направленностью (8 часов)

Количество вещества. Моль. Молярная масса. Решение задач по теме «Количество вещества». Решение задач по теме «Электролиз».

Массовая доля элемента в формуле. Расчеты по химическим формулам. Вывод формулы химического соединения по известным массовым долям элементов.

Растворы. Масса раствора. Объем раствора. Массовая доля растворенного вещества. Плотность раствора. Молярная концентрация. Решение задач по теме «Растворы». Расчеты по уравнению реакции.

Тема 4. Метаболизм живых организмов (10 часов)

Обмен веществ между организмом и внешней средой. Внешний обмен: определение понятия, две главные функции внешнего обмена. Усредненные величины суточного обмена по основным веществам. Промежуточный обмен: определение понятия, назначение метаболизма. Метаболические пути и циклы. Анаболические (ассимиляция), катаболические (диссимиляция) и амфиболические пути: характерные особенности, назначение. Общие представления о главных путях метаболизма углеводов, липидов, белков и нуклеиновых кислот. Взаимосвязь обменных процессов с клеточными структурами. Изменение обменных процессов под влиянием факторов внешней среды как основа биохимической адаптации организма к внешним условиям.

Практическая работа «Изучение химических свойств хлорофилла»

Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот (6 часов)

Виды переноса генетической информации в клетках. Репликация. Физико-химические механизмы самовоспроизведения ДНК. Механизмы репликации. Повреждения ДНК и ее репарация. Биосинтез РНК (транскрипция). Механизм транскрипции. Обратная транскрипция

Тема 6. Биосинтез белков (4 часа)

Свойства генетического кода. Основные этапы биосинтеза белка. Механизм трансляции. Регуляция биосинтеза белков. Антибиотики – ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков

Тема 7. Генетика человека и биохимия (8 часов)

Генетика – наука о наследственности и изменчивости. Характер наследования признаков у человека. Генетические основы здоровья. Методы изучения генетики человека. Влияние среды на генетическое здоровье человека. Генотип и здоровье человека. Наследственные болезни, понятие, причины возникновения, многообразие и распространенность. Биохимические механизмы возникновения и проявления наследственных болезней. Биохимические основы предрасположенности к наследственным болезням. Мутации и мутагены. Рак. Химический канцерогенез. Онкогены. Протоонкогены и механизм их превращения в онкогены. Онкогенные вирусы

Практическая работа «Изучение влияния химических элементов и веществ на генетическое здоровье человека»

Тема 8. Бионеорганическая химия и медицина (8 часов)

Физиологическая и патологическая роль некоторых элементов в организме. Бионеорганическая химия. Химические реакции в живом организме. Соединения металлов в организме человека. Содержание металлов в компонентах крови здорового человека. Нахождение в организме. Калий-натриевый насос. Роль ионов K^+ и Na^+ в организме. Комплексообразование калия с ферментами и субстратами. Строение магния и кальция. Нахождение в организме. Роль ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} в организме. Комплексообразование магния и кальция. Особенности комплексных соединений, образуемых металлами. Биологические функции металлопротеинов. Строение марганца и молибдена. Комплексообразование марганца и молибдена. Нахождение в организме. Комплексообразование железа и кобальта. Нахождение в организме. Строение меди и цинка. Нахождение в организме. Роль ионов меди и цинка в организме. Комплексообразование меди и цинка. Потребность организма в ионах меди и цинка. Основные проявления недостатка и избытка катионов меди и цинка.

Работа со справочной литературой по определению препаратов, применяемых в медицинской практике. Препараты калия и натрия, применяемые в медицинской практике. Препараты магния и кальция, применяемые в медицинской практике. Препараты марганца, применяемые в медицинской практике. Препараты железа и кобальта, применяемые в медицинской практике. Препараты меди и цинка, применяемые в медицинской практике.

Выявление недостатка и избытка ионов металлов на организм человека.

Потребность организма в ионах K^+ и Na^+ . Основные проявления недостатка и избытка катионов калия и натрия. Потребность организма в ионах Mg^{2+} и Ca^{2+} . Основные проявления недостатка и избытка катионов магния и кальция. Роль ионов Mn^{2+} и Mo^{2+} в организме. Потребность организма в ионах Mn^{2+} и Mo^{2+} . Основные проявления недостатка и избытка катионов марганца и молибдена. Роль ионов железа и кобальта в

организме. Потребность организма в ионах железа и кобальта. Основные проявления недостатка и избытка катионов железа и кобальта. Потребность организма в ионах меди и цинка. Основные проявления недостатка и избытка катионов меди и цинка.

Практическая работа «Получение комплексных соединений»

Практическая работа «Изучение составов препаратов, содержащие металлы».

Тема 9. Решение заданий ЕГЭ с биохимической направленностью (7 часов)

Использование полученных знаний для решения заданий ЕГЭ по темам: «Химический состав клетки. Нуклеиновые кислоты», «Фотосинтез», «Энергетический обмен», «Биосинтез белка», «Независимое наследование признаков», «Взаимодействие генов», «Генетика человека».

Тема 10. Итоговое занятие (2 часа)

Разбор профессий биохимической направленности, перспективы изучения науки биохимии и профессионального самоопределения (в формате круглого стола или урока-дискуссии). Зачет.

Резерв 2 ч

Календарно-тематический план элективного курса «Биохимия»

10 класс

№ п/п		Тема занятия	К-во часов	Дата теор.	Дата факт.	п
Введение (2 ч)						
1	1	Введение в биохимию. Правила техники безопасности.	1 ч			
2	2	Методы биохимических исследований.	1 ч			
Белки (8 ч)						
3	1	Белки. Физико-химические свойства и функции белков.	1 ч			
4	2	Аминокислотный состав белков.				
5	3	Кислотно-основные свойства аминокислот.	1 ч			
6	4	Классификация белков.				
7	5	<i>Практическая работа №1 «Реакции по осаждению белков»</i>				
8-9	6-7	Пептиды. Природные пептиды, их физиологическое значение и использование в качестве медицинских препаратов	2 ч			
10	8	<i>Практическая работа №2 «Цветные реакции на белки»</i>	1 ч			
Ферменты (8 ч)						
11	1	Ферменты. Свойства ферментов.	1 ч			
12	2	Сущность ферментативного катализа.	1 ч			
13-14	3-4	Классификация ферментов.	2 ч			
15	5	<i>Практическая работа №3: «Сравнительный анализ продуктов кислотного и ферментативного гидролиза ди- и полисахаридов (на примере сахарозы и крахмала)</i>	1 ч			
16	6	Ферменты. Применение в медицине, механизм действия.	1 ч			
17	7	Значение ферментов в обмене веществ в организме.	1 ч			
18	8	<i>Практическая работа №4: «Влияние на активность ферментов температуры, pH, активаторов и ингибиторов»</i>	1 ч			
Витамины и некоторые другие биологически активные соединения (5 ч)						
19	1	Витамины. Классификация витаминов.	1 ч			
20	2	<i>Практическая работа №5: «Качественные реакции на витамины»</i>	1 ч			
21	3	Участие витаминов в обмене веществ.	1 ч			
22	4	<i>Практическая работа № 6: «Определение содержания аскорбиновой кислоты»</i>	1 ч			
23	5	Разнообразие биологически активных соединений	1 ч			
Нуклеиновые кислоты и их обмен (8 ч)						
24-25	1-2	Нуклеиновые кислоты. Классификация. Состав и строение.	2 ч			
26	3	ДНК различных видов.	1 ч			
27	4	РНК различных видов.	1 ч			
28	5	<i>Практическая работа № 7 «Выделение рибонуклеопротеинов из дрожжей»</i>	1 ч			
29-30	6-7	Обмен нуклеиновых кислот в организме.	2 ч			
31	8	<i>Практическая работа № 8 «Качественное определение</i>	1 ч			

		<i>продуктов гидролиза рибонуклеопротеинов»</i>				
Распад и биосинтез белков (5 ч)						
32	1	Распад и биосинтез белков. Ферменты, осуществляющие распад белков.	1 ч			
33	2	Первичные и вторичные аминокислоты				
34	3	<i>Практическая работа № 9: Энзиматический метод выделения и количественного определения мочевины</i>	1 ч			
35	4	Код белкового синтеза.	1 ч			
36	5	Особенности генетического кода митохондрий и хлоропластов.	1 ч			
Углеводы и их обмен (5 ч)						
37	1	Классификация и функции углеводов.	1 ч			
38	2	Полисахариды, их структура и представители (гликоген, крахмал, клетчатка, хитин).	1 ч			
39	3	Обмен углеводов. Гликолиз. Спиртовое брожение. Действие этанола на организм человека.	1 ч			
40	4	<i>Практическая работа № 10: Выделение гликогена из печени животных. Сопоставление структуры гликогена и крахмала.</i>	1 ч			
41	5	<i>Практическая работа № 11: «Качественные реакции на углеводы. Определение водорастворимых углеводов по методу Бертрана»</i>	1 ч			
Липиды и их обмен (5 ч)						
42	1	Липиды. Физико-химические свойства липидов. Биологическое значение.	1 ч			
43	2	Обмен жиров. Нарушения в обмене жиров. Ожирение и его причины.	1 ч			
44	3	Воски, их строение, функции и представители.	1 ч			
45	4	Структура и функции стероидов. Биологическая роль фосфолипидов	1 ч			
46	5	<i>Практическая работа № 12: Гидролиз жиров под действием липазы. Влияние желчи на активность липазы.</i>	1 ч			
Методы выделения и разделения биомолекул (4 ч)						
47	1	Теоретические основы метода экстракции нуклеиновых кислот из биологических объектов	1 ч			
48	2	Подготовка химической посуды и оборудования для экстракции нуклеиновых кислот из биологических объектов	1 ч			
49-50	3-4	Теоретические основы использования принципа гель-фильтрации при разделении биомолекул	2 ч			
Биологическое окисление и синтез АТФ (6 ч)						
51	1	Краткая история учения о биологическом окислении	1 ч			
52	2	Разнообразие ферментов биологического окисления.	1 ч			
53	3	Энергетический обмен	1 ч			
54	4	Окислительное фосфорилирование	1 ч			
55	5	Каталаза и её роль в защите организма от активных форм кислорода.	1 ч			

56	6	Строение протонной АТФазы и вероятные механизмы синтеза АТФ.	1 ч			
Гормоны и их роль в обмене веществ (4 ч)						
57	1	Классификация гормонов. Механизм действия стероидных гормонов.	1 ч			
58	2	Характеристика инсулина, гормона роста.	1 ч			
59	3	Сахарный диабет и его виды. Релизинг-факторы гормонов.	1 ч			
60	4	Применение гормонов в медицине и сельском хозяйстве.	1 ч			
Взаимосвязь и регуляция обмена веществ. Проблемы биохимической экологии (4 ч)						
61	1	Общие представления о взаимосвязи обмена веществ в клетке. Понятие о ключевых метаболитах	1 ч			
62	2	Основные механизмы регуляции обмена веществ в клетке.	1 ч			
63	3	Эколого-биохимические взаимодействия с участием различных групп организмов: микроорганизмов, грибов, высших растений, животных.	1 ч			
64	4	Антропогенные биоактивные вещества и проблемы химического загрязнения биосферы.	1 ч			
Итоговое занятие (4 ч)						
65	1	Профессия биохимик	1 ч			
66	2	Зачет по элективному курсу «Биохимия» за 10 класс	1 ч			
67	3	Итоговое занятие «Круглый стол»	1 ч			
68	4	Обобщение	1 ч			
Резерв (2 ч)						
		Итого:	70 ч			

Календарно-тематический план элективного курса «Биохимия»

11 класс

№ п/п		Тема занятия	К-во часов	Дата теор.	Дата факт.	п
Введение (1 ч)						
1	1	Введение. Биохимия как наука.	1			
Тема 1. Вода и её роль в биологических системах (4 ч)						
2	1	Вода в биосфере. Вода в жизни живых организмов	1			
3	2	Физико-химические свойства воды	1			
4	3	Вода в клетке и организме. Роль воды в повреждении клетки.	1			
5	4	Практическая работа №1 «Плазмолиз и деплазмолиз в клетках»	1			
Тема 2. Биогенные элементы и их соединения (8 ч)						
6	1	Классификация и распространенность химических элементов в организме человека.	1			
7	2	Практическая работа №2 «Простейшие способы очистки воды из природных источников».	1			
8	3	Водород и его соединения.	1			
9	4	Углерод и его соединения.	1			
10	5	Кислород, сера и их соединения.	1			
11	6	Азот, фосфор и их соединения.	1			
12	7	Галогены и их соединения.	1			
13	8	Практическая работа №3 «Составление схем круговоротов биогенных элементов в природе».	1			
Тема 3. Решение задач с биохимической направленностью (8 ч)						
14	1	Решение задач по теме «Количество вещества».	1			
15-16	2-3	Решение задач на вывод формул и расчеты по формулам.	2			
17	4	Решение задач по теме «Электролиз».	1			
18-19	5-6	Решение задач по теме «Растворы».	2			
20-21	7-8	Расчеты по уравнению реакции.	2			
Тема 4. Метаболизм живых организмов (10 ч)1						
22	1	Метаболизм - обмен веществ и энергии.	1			
23	2	Понятие о промежуточном, внешнем, пластическом и функциональном обменах.	1			
24	3	Фотосинтез, световая и темновая фазы.	1			
25	4	Роль фотосинтеза в биологических и биотехнологических процессах. Хемосинтез	1			
26	5	Практическая работа №4 «Изучение химических свойств хлорофилла»	1			
27	6	Роль процессов диссимиляции в организме.	1			
28	7	Этапы энергетического обмена.	1			
29	8	Цикл Кребса	1			
30	9	Тканевое дыхание и окислительное фосфорилирование	1			
31	10	Регуляция энергетического обмена	1			
Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот (6 ч)						
32	1	Виды переноса генетической информации в клетках	1			
33	2	Механизм репликации	1			

34	3	Транскрипция	1			
35	4	Механизм транскрипции	1			
36	5	Созревание РНК (процессинг)	1			
37	6	Обратная транскрипция	1			
Тема 6. Биосинтез белков (4 ч)						
38	1	Свойства генетического кода	1			
39	2	Трансляция	1			
40	3	Механизм трансляции	1			
41	4	Регуляция биосинтеза белков. Антибиотики	1			
Тема 7. Генетика человека и биохимия (8 ч)						
42	1	Генетика – наука о наследственности и изменчивости.	1			
43	2	Характер наследования признаков у человека.	1			
44	3	Генотип и здоровье человека	1			
45	4	Наследственные болезни	1			
46	5	Биохимические основы предрасположенности к наследственным болезням.	1			
47	6	Практическая работа №5 «Изучение влияния химических элементов и веществ на генетическое здоровье человека»	1			
48	7	Мутации и мутагены	1			
49	8	Рак. Онкогены	1			
Тема 8. Бионеорганическая химия и медицина (8 ч)						
50	1	Физиологическая и патологическая роль некоторых элементов в организме.	1			
51	2	Натрий и калий.	1			
52	3	Магний и кальций.	1			
53	4	Практическая работа №6 «Получение комплексных соединений»	1			
54	5	Марганец и молибден.	1			
55	6	Медь и цинк.	1			
56	7	Железо и кобальт.	1			
57	8	Практическая работа №7 Изучение составов препаратов, содержащие металлы.	1			
Тема 9. Решение заданий ЕГЭ с биохимической направленностью (7 ч)						
58	1	Решение задач по теме: «Химический состав клетки. Нуклеиновые кислоты»	1			
59	2	Решение задач по теме: «Фотосинтез»	1			
60	3	Решение задач по теме: «Энергетический обмен»	1			
61	4	Решение задач по теме: «Биосинтез белка»	1			
62	5	Решение задач по теме: «Независимое наследование признаков»	1			
63	6	Решение задач по теме: «Взаимодействие генов»	1			
64	7	Решение задач по теме: «Генетика человека»	1			
Тема 10. Итоговое занятие (2 ч)						
65	1	Зачет по элективному курсу «Биохимия» за 11 класс	1			
66	2	Итоговое занятие «Круглый стол»	1			
Резерв (2 ч)						

Учебно-методическое обеспечение

Литература для учителя

1. Агол В. И., Богданов А. А. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. М.: Высшая школа, 1989.
2. Березов Т. Т. Применение ферментов в медицине // Соросовский образовательный журнал. [1996. № 3. С. 23—27.
3. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия. М.: Медицина, 2002.
4. 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. Гринштейн Б., Гринштейн А. Наглядная биохимия. М.: Медицина, 2000.
6. Киселев Л. Л. Геном человека и биология XXI в. // Вестник РАН. 2000. Т. 70. Вып. 5. С. 412-424.
7. Киселев Л. Л. Геном человека и будущее человечества // Химия и жизнь. 1998. № 3. С. 10—14.
8. Макаров К. А. Химия и здоровье. М.: Просвещение, 1985.
9. Овчинников Ю. А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987.
10. Пустовалова Л. М. Практикум по биохимии. Ростов н/Д: Феникс, 1999.
11. Спиринов А. С., Четверин А. Б., Воронин Л. А. Биосинтез белка и перспективы бесклеточной технологии // Природа. 1991. №5. С. 10-19.
12. Спиринов А. С. Молекулярная биология: Структура рибосом и биосинтез белка. М.: Высшая школа, 1986.
13. Степанов В. В. Молекулярная биология: Структура и функции белков. М.: Высшая школа, 1996.
14. Телитченко М. М., Остроумов С. А. Введение в проблемы биохимической экологии. М.: Наука, 1990.
15. Франк-Каменецкий М. Д. Самая главная молекула. М.: Просвещение. 1988.
16. Чирков Ю. Ожившие химеры. М.: Детская литература, 1991.
17. Чухрай Е. С. Молекула, жизнь, организм. М.: Просвещение, 1981.
18. Шерстнев М. П., Комаров О. С. Химия и биология нуклеиновых кислот. М.: Просвещение, 1990.
19. Янковский Н. К., Боринская С. Б. Геном человека // Химия и жизнь. 1998.

Литература для учащихся

1. Филиппович Ю. Б. Основы биохимии. М.: Агар; Флинта; СПб.: Лань, 1999.
2. Ленинджер А. Биохимия. Т. 1—3. М.: Мир, 1985.
3. Марри Р. и др. Биохимия человека. М.: Мир, 1993.
4. Рувинский А. О. и др. Общая биология. М.: Просвещение, 1993.
5. Шамин А. Н. История биологической химии. М.: Наука, 1991.

Интернет-ресурсы

1. Библиотека электронных наглядных пособий <http://v.SCHOOL.ru>
2. Научный журнал «Биохимия»: <https://www.libnauka.ru/journal/biohimiya/>
3. 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-tsepnaiareaktsiia>
<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-molekuliarnuii-biofizikubiologicheskikh-membran>
<https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-immunologicheskietekhnologii>
<https://biomolecula.ru/articles/monoklonalnye-antitela>
<http://kpdbio.ru/images/docs/region/Biokhimija.pdf>
4. 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/>)
5. Электронные книги по теме «Биохимия»: <http://www.knigafund.ru/tags/2802>