РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«Биологическая химия»

для обучающихся 11 класса

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная программа общеинтеллектуальной направленности «Биологическая химия» адресована обучающимся 11-х классов.

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Биологическая химия» для 11 класса разработана на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, утверждённого приказом Минобрнауки России от 17.05.2012 № 413 (с изменениями, в том числе внесёнными приказом Минпросвещения России от 12.08.2022 № 732);
- федеральной образовательной программы среднего общего образования, утверждённой приказом Минпросвещения России от 18.05.2023 № 371 (в редакции от 10.11.2025, действует с 01.09.2026) — в части требований к организации внеурочной деятельности и планируемых результатов;
- Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам — образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования, утверждённого приказом Минпросвещения России от 22.03.2021 № 115 (в действующей редакции);
- методических рекомендаций по организации внеурочной деятельности, направленных письмом Минпросвещения России от 05.07.2022 № ТВ-1290/03;
- санитарно-эпидемиологических требований к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи (СП 2.4.2.4283-26, утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.06.2026 № 19, вступили в силу 01.09.2026, действуют до 01.09.2032);
- гигиенических нормативов и требований к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (СанПиН 1.2.3685-21, утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2, с изменениями) — в части требований к режиму занятий, объёму недельной нагрузки и условиям проведения занятий;
- основной образовательной программы среднего общего образования, рабочей программы воспитания и плана внеурочной деятельности на 2026/27 учебный год МБОУ СШ № 45.

Данный курс содержательно связан с курсами химии, биологии, информатики, то есть носит интегрированный характер и способствует развитию естественно-научного мировоззрения учащихся. Программа 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; формирование желания заниматься научно-практической деятельностью.

На занятиях учащиеся развивают аналитические способности при проведении практических работ, устанавливают причинно-следственные связи при изучении методов биохимии, узнают о возможностях их применения в медицине, о контроле качества в фармацевтической и пищевой промышленности.

Программа внеурочной деятельности «Биологическая химия» отражает содержание предметных тем, даёт распределение учебных часов по разделам курса и последовательность их изучения с учётом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся, определяет максимальный набор практических работ и опытов, выполняемых обучающимися.

Новизна данной авторской комбинированной разработки заключается в отборе и новом структурировании содержания, использовании новых методов обучения, а также в сочетании различных форм работы с опорой на практическую деятельность.

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.

Перспективность курса. Предлагаемая программа носит обучающий, развивающий характер, способствует развитию интеллектуальных способностей учащихся через усвоение алгоритма научного исследования и формирование опыта выполнения исследовательского проекта (умение ставить проблему, работать с источниками, прогнозировать результат, делать аргументированные выводы). Программа расширяет кругозор школьников, повышает воспитательный потенциал обучения, позволяет повысить учебную мотивацию учащихся.

Цель программы: 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 программы:

- 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.

Особенности реализации программы

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

Содержание курса имеет особенности, обусловленные, во-первых, задачами развития, обучения и воспитания учащихся, заданными социальными требованиями к уровню развития их личностных и познавательных качеств; во-вторых, предметным содержанием системы среднего общего образования; в-третьих, психологическими возрастными особенностями обучающихся.

Виды деятельности:

- познавательная деятельность;
- проблемно-ценностное общение;
- проектная деятельность.

Формы организации познавательной деятельности обучающихся подбираются в соответствии с учебными возможностями и уровнем сформированности познавательных способностей обучающихся. Предпочтение отдаётся следующим формам работы: самостоятельная работа над теоретическим материалом по обобщённым планам деятельности; работа в группах при выполнении лабораторных и практических работ, экспериментальных и проектных заданий; публичное представление результатов исследований, их аргументированное обоснование и др.

На каждом этапе обучения выбирается тема работы, которая позволяет обеспечивать охват всей совокупности рекомендуемых в программе практических умений и навыков. При этом учитывается посильность выполнения работы для обучающихся соответствующего возраста, её общественная и личностная ценность, возможность выполнения работы при имеющейся материально-технической базе. Большое внимание обращается на обеспечение безопасности труда обучающихся при выполнении работ с лабораторным оборудованием и химическими реактивами, соблюдение правил безопасности при работе с приборами.

Методы и средства обучения направлены на овладение обучающимися универсальными учебными действиями и способами деятельности, которые позволят им осуществлять поиск информации и её анализ, проводить эксперимент, выполнять учебные исследования, разрабатывать проекты.

Срок реализации программы

Программа курса внеурочной деятельности «Биологическая химия» рассчитана на 1 год. Курс состоит из 35 учебных часов, из расчёта 1 учебный час в неделю.

Планируемые результаты освоения курса

Личностные результаты освоения ООП СОО представлены совокупностью личностных результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования, установленных федеральной образовательной программой СОО.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя:

- ориентация обучающихся на достижение личного счастья, реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;
- готовность и способность обеспечить себе и своим близким достойную жизнь в процессе самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;
- готовность и способность обучающихся к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления истории, духовных ценностей и достижений нашей страны;
- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества, потребность в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью;
- принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;
- неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя, наркотиков.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к России как к Родине (Отечеству):

- российская идентичность, способность к осознанию российской идентичности в поликультурном социуме, чувство причастности к историко-культурной общности российского народа и судьбе России, патриотизм, готовность к служению Отечеству, его защите;
- уважение к своему народу, чувство ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, уважение к государственным символам (герб, флаг, гимн);
- формирование уважения к русскому языку как государственному языку Российской Федерации, являющемуся основой российской идентичности и главным фактором национального самоопределения;
- воспитание уважения к культуре, языкам, традициям и обычаям народов, проживающих в Российской Федерации.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к закону, государству и к гражданскому обществу:

- гражданственность, гражданская позиция активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности, готового к участию в общественной жизни;
- признание неотчуждаемости основных прав и свобод человека, которые принадлежат каждому от рождения, готовность к осуществлению собственных прав и свобод без нарушения прав и свобод других лиц, готовность отстаивать собственные права и свободы человека и гражданина согласно общепризнанным принципам и нормам международного права и в соответствии с Конституцией Российской Федерации, правовая и политическая грамотность;
- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики, основанное на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;
- интериоризация ценностей демократии и социальной солидарности, готовность к договорному регулированию отношений в группе или социальной организации;
- готовность обучающихся к конструктивному участию в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления, общественно значимой деятельности;
- приверженность идеям дружбы, равенства, взаимопомощи народов; воспитание уважительного отношения к национальному достоинству людей, их чувствам, религиозным убеждениям;
- готовность обучающихся противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии; дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям.

Личностные результаты в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, живой природе, художественной культуре:

- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;
- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- экологическая культура, бережное отношение к родной земле, природным богатствам России и мира; понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов; умения и навыки разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;
- эстетическое отношение к миру, готовность к эстетическому обустройству собственного быта.

Личностные результаты в сфере отношения обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений:

- уважение ко всем формам собственности, готовность к защите своей собственности;
- осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;
- готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;
- потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности;
- готовность к самообслуживанию, включая обучение и выполнение домашних обязанностей.

Личностные результаты в сфере физического, психологического, социального и академического благополучия обучающихся:

Физическое, эмоционально-психологическое, социальное благополучие обучающихся в жизни образовательной организации, ощущение детьми безопасности и психологического комфорта, информационная безопасность.

Метапредметные результаты освоения ООП СОО представлены тремя группами универсальных учебных действий (УУД).

Регулятивные универсальные учебные действия. Выпускник научится:

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;
- выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

Познавательные универсальные учебные действия. Выпускник научится:

- искать и находить обобщённые способы решения задач, в том числе осуществлять развёрнутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;

- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

Коммуникативные универсальные учебные действия. Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за её пределами), подбирать партнёров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т. д.);
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развёрнуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

Предметные результаты освоения курса

В результате изучения курса «Биологическая химия» на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие предметные результаты.

- 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 образцов 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 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;
- 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 перспективные направления 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.

Оценка достижения планируемых результатов освоения курса

Курс реализуется в безотметочном формате: отметочная аттестация в рамках курса внеурочной деятельности не проводится, результаты не выносятся на классно-обобщающий контроль успеваемости.

Текущий контроль усвоения материала осуществляется путём устного (письменного) опроса и выполнения практических заданий; используется качественная оценка («зачтено»/«не зачтено»), самооценка и самоконтроль обучающихся.

Формы фиксации результатов: заполненный отчёт по практической работе в тетради практикума; лист достижений; портфолио обучающегося; фото- и видеофиксация экспериментов.

Формы учёта результатов: накопленная оценка в портфолио; поэтапная оценка реализованных проектов; защита презентаций и рефератов, исследовательских проектов, в том числе на научно-практической конференции «Шаг в будущее».

Тематический план программы

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов на раздел	Практические работы
1.	Введение	1	—
2.	Белки	4	2
3.	Ферменты	4	2
4.	Витамины и некоторые биологически активные вещества	3	1
5.	Нуклеиновые кислоты и их обмен	4	2
6.	Распад и биосинтез белков	3	1
7.	Углеводы и их обмен	4	2
8.	Липиды и их обмен	4	1
9.	Биологическое окисление и синтез АТФ	2	—
10.	Гормоны и их роль в обмене веществ	2	—
11.	Взаимосвязь и регуляция обмена веществ. Проблемы биохимической экологии	4	—
	Итого:	35	11

Содержание программы курса внеурочной деятельности «Биологическая химия»

Тема 1. Введение (1 ч)

Биохимия как наука. История развития биохимии. Роль отечественных учёных 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. Правила техники безопасности.

Тема 2. Белки (4 ч)

Роль белков в построении и функционировании живых систем. 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.

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.

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.

Практическая работа № 1 «Разделение аминокислот методом распределительной хроматографии на бумаге».

Практическая работа № 2 «Приготовление раствора белка (яичного альбумина). Разделение белков куриного яйца по их растворимости. Денатурация белков (обратимая и необратимая)».

Тема 3. Ферменты (4 ч)

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 учёных (И. П. Павлов, А. Е. Браунштейн, В. А. Энгельгардт и др.) в развитии энзимологии. Понятие о субстратном и аллостерическом центрах в молекуле ферментов. Ферменты-мономеры (трипсин, лизоцим) и мультимеры (глутатионредуктаза). Понятие о коферментах. Коферменты — переносчики водорода и электронов (НАД, НАДФ, ФАД) и атомных групп (АТФ, кофермент-А, УДФ-сахара).

Номенклатура и классификация ферментов. Принципы классификации ферментов.

Промышленное получение и практическое использование ферментов. Иммобилизованные 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 4. Витамины и некоторые другие биологически активные соединения (3 ч)

История открытия витаминов. Роль витаминов в питании человека и животных. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы. 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».

Тема 5. Нуклеиновые кислоты и их обмен (4 ч)

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 её 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 её значение для воспроизведения структуры геномов. Полиморфизм вторичной структуры ДНК (A-, B-, C- и Z-формы ДНК). Третичная структура ДНК. Избыточность и компактность молекул ДНК. Строение хроматина.

Мутации в ДНК и факторы, их вызывающие. Репарация структуры ДНК и её 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. «Редактирование» РНК. Обратная транскрипция и её 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 № 6 «Выделение рибонуклеопротеинов из дрожжей».

Практическая работа № 7 «Качественное определение продуктов гидролиза рибонуклеопротеинов».

Тема 6. Распад и биосинтез белков (3 ч)

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. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Заменимые 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.

Практическая работа № 8 «Энзиматический метод выделения и количественного определения мочевины».

Тема 7. Углеводы и их обмен (4 ч)

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 фосфоролиза 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 и распад углеводов. Глюконеогенез. Биосинтез олиго- и полисахаридов.

Практическая работа № 9 «Выделение гликогена из печени животных. Сопоставление структуры гликогена и крахмала».

Практическая работа № 10 «Качественные реакции на углеводы. Определение водорастворимых углеводов по методу Бертрана».

Тема 8. Липиды и их обмен (4 ч)

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

Обмен жиров. Распад жиров и β-окисление высших жирных кислот. Глиоксилатный цикл (у растений и микроорганизмов) 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). Стерины и стероиды. Стеролы (холестерол, эргостерол и др.). Структура и функции стероидов (холевая кислота, стероидные гормоны). Фосфолипиды. Биологическая роль фосфолипидов. Фосфоинозитиды как источники вторичных посредников гормонов.

Практическая работа № 11 «Гидролиз жиров под действием липазы. Влияние желчи на активность липазы».

Тема 9. Биологическое окисление и синтез АТФ (2 ч)

Вклад работ Г. Кребса, О. Варбурга, В. А. Энгельгардта, Л. А. Платеновой и др. в изучение биологического окисления. Разнообразие ферментов биологического окисления.

Системы микросомального окисления в клетке. Цитохром Р-450 и его роль в детоксикации ксенобиотиков. Супероксиддисмутаза, каталаза 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. Строение протонной АТФ-синтазы и вероятные механизмы синтеза АТФ (хемиосмотическая гипотеза П. Митчелла).

Тема 10. Гормоны и их роль в обмене веществ (2 ч)

Классификация гормонов. Стероидные гормоны: кортикостерон, тестостерон, эстрадиол, экдизон. 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. Рилизинг-факторы гормонов. Нейрогормоны (эндорфины и энкефалины). Применение гормонов в медицине и сельском хозяйстве.

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

Общие представления о взаимосвязи обмена веществ в клетке. Понятие о ключевых метаболитах (пировиноградная кислота, кофермент-А и 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 ацетилкофермента-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 детерренты 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.

Ресурсное обеспечение реализации программы

Материально-техническое обеспечение:

- кабинет химии;
- персональный компьютер;
- проектор;
- интерактивная доска;
- мультимедийные средства;
- цифровая лаборатория;
- химическая лаборатория с реактивами и лабораторным оборудованием (на 15 человек).

Литература для учителя

Агол В. И., Богданов А. А. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. — М.: Высшая школа, 1989.

Комов В. П., Шведова В. Н. Биохимия: учебник. — М.: ВЛАДОС, 2002.

Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Т. 1–3. — М.: Мир, 1990.

Гринстейн Б., Гринстейн А. Наглядная биохимия. — М.: Медицина, 2000.

Пустовалова Л. М. Практикум по биохимии. — Ростов н/Д: Феникс, 1999.

Спирин А. С. Молекулярная биология: структура рибосом и биосинтез белка. — М.: Высшая школа, 1986.

Степанов В. В. Молекулярная биология: структура и функции белков. — М.: Высшая школа, 1996.

Шерстнев М. П., Комаров О. С. Химия и биология нуклеиновых кислот. — М.: Просвещение, 1990.

Литература для учащихся

Филиппович Ю. Б. Основы биохимии. — М.: Агар; Флинта; СПб.: Лань, 1999.

Ленинджер А. Биохимия. Т. 1–3. — М.: Мир, 1985.

Габриелян О. С., Остроумов И. Г., Пономарёв В. Е. Химия. 11 класс: учебник (актуальная редакция).

Пасечник В. В., Каменский А. А., Рубцов А. М. и др. Биология. 11 класс: учебник (актуальная редакция).

Цифровые образовательные ресурсы

- Российская электронная школа — https://resh.edu.ru;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам, ЕК ЦОР — https://edu.ru;

- Федеральный институт педагогических измерений (открытый банк заданий, демоверсии) — https://fipi.ru;
- Цифровой образовательный контент для школ (ЦОК) — https://урок.рф;
- Российский портал открытого образования — https://openedu.ru.

Приложение 1.

Календарно-тематическое планирование. «Биологическая химия». 11 класс

Занятия проводятся еженедельно по средам. Даты 28.10, 04.11, 30.12, 06.01 приходятся на осенние и зимние каникулы и в планировании не учитываются.

№	Тема занятия	Формы организации	Планируемые результаты (предметные)	Дата план	Дата факт
1.	Введение в биохимию. Правила техники безопасности. Методы биохимических исследований.	Лекция с элементами беседы	раскрывает роль биохимии в научной картине мира; знает методы биохимических исследований	02.09	
2.	Белки. Состав, классификация. Физико-химические свойства и функции белков.	Лекция, работа с раздаточным материалом	характеризует белки по составу, строению и свойствам	09.09	
3.	Пептиды. Природные пептиды, их физиологическое значение и использование в качестве медицинских препаратов.	Семинар	обосновывает практическое использование пептидов в медицине	16.09	
4.	Практическая работа № 1 «Разделение аминокислот методом распределительной хроматографии на бумаге».	Практическая работа	выполняет разделение аминокислот хроматографическим методом, соблюдает правила безопасности	23.09	
5.	Практическая работа № 2 «Приготовление раствора белка (яичного альбумина). Разделение белков куриного яйца по их растворимости. Денатурация белков».	Практическая работа	проводит качественные реакции на белки; характеризует денатурацию	30.09	
6.	Ферменты. Свойства ферментов. Сущность ферментативного катализа.	Лекция с элементами беседы	характеризует специфичность действия ферментов; различает субстратный и аллостерический центры	07.10	
7.	Ферменты. Применение в медицине, механизм действия. Значение ферментов в обмене веществ.	Семинар	характеризует классы ферментов; приводит примеры их применения	14.10	
8.	Практическая работа № 3 «Сравнительный анализ продуктов кислотного и ферментативного гидролиза ди- и полисахаридов (на примере сахарозы и крахмала)».	Практическая работа	проводит гидролиз сахарозы и крахмала, сравнивает продукты гидролиза	21.10	
9.	Практическая работа № 4 «Влияние на активность	Практическая работа	планирует и проводит эксперимент, фиксирует и объясняет результаты	11.11	

	ферментов температуры, pH, активаторов и ингибиторов».				
10.	Витамины. Классификация витаминов. Участие витаминов в обмене веществ.	Лекция	характеризует витамины и их роль в обмене веществ	18.11	
11.	Практическая работа № 5 «Качественные реакции на витамины».	Практическая работа	проводит качественные реакции на витамины	25.11	
12.	Разнообразие биологически активных соединений.	Семинар	приводит примеры антибиотиков, фитонцидов и др.; объясняет механизмы их действия	02.12	
13.	Нуклеиновые кислоты. Классификация. Состав и строение.	Лекция	характеризует состав и структуру нуклеиновых кислот	09.12	
14.	ДНК, РНК различных видов.	Семинар, работа с интерактивными моделями	сравнивает ДНК и РНК по составу, локализации и функциям	16.12	
15.	Практическая работа № 6 «Выделение рибонуклеопротеинов из дрожжей».	Практическая работа	выделяет нуклеопротеины с соблюдением правил безопасности	23.12	
16.	Практическая работа № 7 «Качественное определение продуктов гидролиза рибонуклеопротеинов».	Практическая работа	проводит качественные реакции на пуриновые основания, рибозу, фосфорную кислоту	13.01	
17.	Распад и биосинтез белков. Ферменты, осуществляющие распад белков. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты.	Лекция	характеризует пути распада и биосинтеза белков	20.01	
18.	Практическая работа № 8 «Энзиматический метод выделения и количественного определения мочевины».	Практическая работа	выполняет количественное определение мочевины	27.01	
19.	Код белкового синтеза. Особенности генетического кода митохондрий и хлоропластов.	Семинар	характеризует матричную схему биосинтеза белков	03.02	
20.	Классификация углеводов. Полисахариды, их структура и представители (гликоген, крахмал, клетчатка, хитин). Функции углеводов.	Лекция	классифицирует углеводы; характеризует их функции	10.02	
21.	Обмен углеводов. Гликолиз. Спиртовое брожение. Действие этанола на организм человека.	Лекция с элементами беседы	описывает гликолиз и его значение; обосновывает вред этанола	17.02	

22.	Практическая работа № 9 «Выделение гликогена из печени животных. Сопоставление структуры гликогена и крахмала».	Практическая работа	выделяет гликоген; сравнивает структуру полисахаридов	24.02	
23.	Практическая работа № 10 «Качественные реакции на углеводы. Определение водорастворимых углеводов по методу Бертрана».	Практическая работа	проводит качественные и количественные реакции на углеводы	03.03	
24.	Липиды. Физико-химические свойства липидов. Биологическое значение.	Лекция	классифицирует липиды; характеризует их функции	10.03	
25.	Обмен жиров. Нарушения в обмене жиров. Ожирение и его причины.	Семинар	устанавливает причинно-следственные связи при анализе нарушений обмена жиров	17.03	
26.	Воски, их строение, функции и представители. Стерины и стероиды. Биологическая роль фосфолипидов.	Лекция	характеризует строение и функции восков, стероидов, фосфолипидов	24.03	
27.	Практическая работа № 11 «Гидролиз жиров под действием липазы. Влияние желчи на активность липазы».	Практическая работа	демонстрирует действие липазы и влияние желчи на её активность	31.03	
28.	Разнообразие ферментов биологического окисления. Каталаза и её роль в защите организма от активных форм кислорода.	Лекция	характеризует ферменты биологического окисления	07.04	
29.	Строение протонной АТФ-синтазы и вероятные механизмы синтеза АТФ.	Семинар	объясняет сопряжение окисления и фосфорилирования	14.04	
30.	Классификация гормонов. Механизм действия стероидных гормонов. Характеристика инсулина, гормона роста.	Лекция	классифицирует гормоны; описывает механизмы их действия	21.04	
31.	Сахарный диабет и его виды. Рилизинг-факторы гормонов. Применение гормонов в медицине и сельском хозяйстве.	Круглый стол	раскрывает причины сахарного диабета; характеризует применение гормонов	28.04	
32.	Общие представления о взаимосвязи обмена веществ в клетке. Понятие о ключевых метаболитах.	Лекция	приводит примеры взаимосвязи обмена белков, углеводов и липидов	05.05	
33.	Основные механизмы регуляции обмена веществ в клетке.	Семинар	характеризует уровни регуляции обмена веществ	12.05	

34.	Эколого-биохимические взаимодействия с участием различных групп организмов: микроорганизмов, грибов, высших растений, животных.	Семинар	приводит примеры эколого-биохимических взаимодействий	19.05	
35.	Антропогенные биоактивные вещества и проблемы химического загрязнения биосферы. Защита итоговых проектов.	Конференция	представляет пути решения экологических проблем; презентует результаты проектов	26.05	