

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
УО АДМИНИСТРАЦИИ МО КРАСНОАРМЕЙСКИЙ РАЙОН
МБОУ СОШ №5 ИМЕНИ МАЙСТРЕНКО АЛЕКСЕЯ ИСАЕВИЧА ГЕРОЯ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА

РАССМОТРЕНО

Руководитель ШМО

_____ Прокудина Е.С.

Протокол №1
от «28» августа 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по УВР

_____ Кучерявенко О.М.

Приказ №343
от «28» августа 2025г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор

_____ Кузьмин Д.И.

Протокол № 1 заседания педагогического совета
от «29» августа 2025 г.

Рабочая программа элективного курса
по химии

«Химические аспекты экологии»

Уровень образования (класс) среднее общее образование 10 - 11 классы

Количество часов 68

Учитель химии МБОУ СОШ № 5 Винакова Светлана Ивановна

Программа элективного курса «Химические аспекты экологии» для учащихся 10-11 классов разработана на основе авторской программы курса по выбору «Химические аспекты экологии» с соответствующим УМК под редакцией авторов С.Б.Шустова, Л.Б.Шустовой, Н.В.Горбенко «Химические аспекты экологии», Москва, «Русское слово».

Содержание рабочей программы:

1. Пояснительная записка	2
2. Планируемые результаты освоения учебного предмета химия	4
3. Содержание курса «Химические аспекты экологии»	6
4. Тематическое планирование курса «Химические основы экологии»	16
5. Список учебно-методической литературы	19

I. Пояснительная записка.

Для конца XX — начала XXI в. характерно значительное обострение экологической ситуации. Охрана окружающей среды от загрязнения и разрушения, сбережение генетического разнообразия биосферы, сохранение здоровья человека стали глобальными проблемами, которые требуют неотложного решения. Многие экологические проблемы, порождаемые в современном мире активной хозяйственной деятельностью человека, имеют в своей основе реальные химические процессы, поэтому изучение вопросов экологии невозможно без раскрытия их химического аспекта наряду с традиционными социальным, биологическим и географическим. Только в этом случае будет реализован принцип комплексности экологического образования.

Предлагаемая программа ориентирована на интеграцию химических знаний со знаниями смежных естественно-научных дисциплин: экологии, биологии, географии, физики. Курс по выбору «Химические аспекты экологии» предназначен для учащихся старших классов, углублённо изучающих естественно-научные дисциплины. Он рассчитан на 68 часов учебного времени. Программой предусмотрено изучение теоретических вопросов, проведение практических занятий, семинаров, конференций, экскурсий, выполнение учащимися учебных проектов химико-экологического содержания.

Значение курса «Химические аспекты экологии» состоит в раскрытии важной роли химии в современном мире, формировании у подрастающего поколения представления о молекулярных (химических) основах строения и функционирования экосистем и биосферы в целом. Человек должен совершенно ясно осознавать, каким образом с точки зрения химии устроена его среда обитания, что представляет собой та хемосфера, в которой он существует. Актуальными должны стать понимание степени опасности химической деятельности человека в биосфере, умения трезво и адекватно оценивать химико-экологические проблемы и находить их разумные решения.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ КУРСА:

- Познакомить учащихся с молекулярным устройством окружающего мира, химической формой существования материи, различными формами существования химического элемента.
- Дать представление об основах токсикологии и стандартах качества среды обитания, рассмотреть механизмы негативного воздействия химических агентов на живое.
- Способствовать овладению учащимися умениями наблюдать химические явления, грамотно проводить химический эксперимент.

- Осуществлять дальнейшее формирование практических умений и навыков по использованию инструментальных методик и физико-химических методов анализа качества окружающей среды и её мониторинга.
- Развивать познавательные интересы и интеллектуальные способности в процессе проведения химико-экологического эксперимента, умение самостоятельно приобретать знания в соответствии с возникающими жизненными потребностями, работая с дополнительной литературой и Интернетом.
- Формировать и развивать химико-экологическую компетентность старших школьников.
- Развивать учебно-коммуникативные умения в процессе проведения занятий и выполнения учебных проектов.

II. Планируемые результаты освоения учебного предмета.

Изучение курса «Химические аспекты экологии» направлено на развитие у учащихся интереса к химическим и экологическим знаниям, познавательной активности и самостоятельности, формирование диалектического понимания единой картины мира.

Личностные результаты освоения обучающимися программы курса:

- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и профессиональному самоопределению;
- сформированность их мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности;
- осознание необходимости природосообразного взаимодействия с окружающим миром;
- формирование экологической культуры обучающихся как части общей культуры личности.

Метапредметные результаты освоения обучающимися программы курса:

- умения осуществлять познавательную деятельность различных видов, применять основные методы научного познания: теоретические (классификация, анализ, синтез, сравнение, аналогия, абстрагирование, моделирование) для раскрытия связей, закономерностей, присущих изучаемым объектам и явлениям окружающего мира; эмпирические (наблюдение, измерение, эксперимент), позволяющие осуществлять непосредственное исследование реально существующих объектов и способствующие накоплению информации об исследуемых объектах;
- самостоятельность в планировании и осуществлении учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогами и сверстниками при выполнении учебных проектов, на теоретических и практических занятиях;
- осуществление обучающимися прогностической деятельности;
- использование различных источников (на печатной основе, мультимедийные пособия и Интернет-ресурсы) для получения информации химического и экологического содержания.

Предметные результаты освоения обучающимися программы курса
в познавательной сфере:

- общее мировоззренческое представление о химическом устройстве живой и неживой природы, причинах гомеостаза биосферы, круговороте вещества и потоке энергии в биосфере;
- знание определений изученных понятий (хемомедиатор, экорегулятор, феромон, алломон, экзо- и эндометаболиты, хемосинтез, фотосинтез и дыхание, гетеротро-

фия и автотрофия, биогеохимический цикл, пищевые цепи, экологическая валентность, биоиндикация, хемосфера, поллютант, ксенобиотик, экотоксикант, токсичность, предельно допустимая концентрация, летальная доза, биотрансформация, пестициды, экологическая проблема, ресурс);

- умения применять основные изученные понятия для описания химических основ биоэкологических отношений между живыми организмами в сообществах, выявлять в них биологическую и химическую составляющие;

- представление о процессах трансформации поллютантов в экосистемах и об изменении их функций в результате биотрансформации;

- знание основных характеристик и особенностей альтернативных экологически чистых способов извлечения и использования энергии;

- знание теоретических основ ведущих методов химического анализа качества окружающей среды и её мониторинга;

в ценностно-ориентационной сфере:

- умение оценивать степень воздействия веществ различных классов опасности на здоровье человека и нормальное функционирование экосистем;

- умения давать обоснованную химико-экологическую оценку различных по типу химических производств и технологий и прогнозировать последствия возможных катастроф на этих производствах;

- умения выявлять и объяснять химические причины возникновения основных экологических проблем человечества (озонные дыры, парниковый эффект, кислотные дожди, белковый дефицит, истощаемость ресурсов, энергетический кризис) и давать обоснованную оценку химических основ решений названных проблем;

в трудовой сфере:

- умение проводить химический и биологический эксперимент;

в сфере безопасности жизнедеятельности:

- умение оказывать первую помощь при отравлениях, ожогах и других травмах, связанных с веществами и лабораторным оборудованием.

III. Содержание курса «Химические аспекты экологии»

Тема 1. Введение в химическую экологию (4 ч)

Предмет химической экологии. Интегрированный характер экологических знаний. Связь экологии с биологическими, географическими, химическими и социальными науками. Воспитательное значение курса «Химические аспекты экологии».

Химическая экология. Краткая характеристика основных экологических проблем современности с точки зрения химии. Роль химии в решении экологических проблем.

Химические экорегуляторы — посредники между организмами и средой обитания. Хемокоммуникация в живой природе. Участие хемомедиаторов в различных типах отношений между организмами и средой. Феромоны. Алломоны. Экзо- и эндометаболиты.

Основные функции хемомедиаторов. Защитная функция. Алкалоиды растений. Токсины грибов и водорослей. Экскреты и яды животных. Наступательная функция. Ферменты-гидролазы паразитических грибов и патогенных бактерий. Нейротоксины хищных членистоногих и змей. Функция сдерживания конкурентов. Аллелопатические активные вещества растений. Пахучие экскреты, феромоны метки, маркеры у млекопитающих. Аттрактивная функция. Хемосигнализаторы, возбуждающие пищевую, двигательную и репродуктивную активность. Половые феромоны насекомых. Ароматические вещества плодов и цветов. Кайромоны. Функция регуляции взаимодействия внутри какой-либо социальной группы (семья, колония, популяция). Царское вещество медоносных пчёл, феромоны тупай, саранчовых, грызунов. Снабженческая функция — снабжение организмов веществами — предшественниками гормонов, феромонов. Облигатные связи организма-донора и организма-реципиента. Экологические кластеры. Хемомедиаторы, формирующие среду обитания. Экзометаболиты: токсины водорослей, антиоксиданты, пероксид водорода. Индикационная функция. Вещества-индикаторы и маркеры. Хемосенсорная ориентация рыб, морских черепах. Феромоны следа. Предупреждающая функция. Феромоны тревоги у насекомых. Адаптационная функция — приспособление к воздействию абиотических факторов среды. Соединения-антифризы зимующих организмов. Вещества-криопротекторы.

Полифункциональность природных хемомедиаторов. Значение связей химической природы в симбиотических межвидовых отношениях, явлениях мимикрии. Биохимическая конвергенция. Экорегуляторная функция веществ в природных

экосистемах.

Тема 2. Химические элементы в биосфере (13 ч)

Элементы биогенные и второстепенные. Классификация химических элементов в соответствии с их содержанием в живых организмах. Биогенные и второстепенные химические элементы. Макро- и микроэлементы. Органогены. Питательная ценность биологически доступных элементов. Содержание химических элементов в биосфере и теле человека. Источники, функции и признаки недостаточности некоторых элементов в организме человека. Роль химических элементов в жизни растений и животных.

Биогенные элементы — связующее звено между живой и неживой частями экосистем. Циркуляция химических элементов в экосистемах. Живые организмы — открытые системы, связанные с геохимическими процессами. Факторы, влияющие на присутствие определённого элемента в живом организме. Биогенные элементы — связующее звено между живой и неживой частями экосистем. Единый комплекс природной экосистемы. Основные компоненты экосистемы. Понятие круговорота элемента.

Роль солнечной энергии в экосистемах. Поток энергии через экосистему и потери энергии. Автотрофы. Гетеротрофы. Фотосинтез и клеточное дыхание. Хемосинтез. Гелиотрофы и хемотрофы. АТФ — универсальная форма запасаания энергии в живом организме.

Продуценты. Консументы. Редуценты. Пищевая цепь и пищевая сеть. Трофические уровни в экосистеме. Пастбищные и детритные экосистемы.

Биогеохимические циклы элементов. Блочная модель круговорота биогенных элементов в природе. Биогеохимические циклы. Неполная замкнутость природно-антропогенных био- геохимических циклов. Переход биогенных элементов из биосферного в геологический цикл, накопление их в атмосфере и литосфере. Продукты «былых биосфер» — нефть, каменный уголь.

Резервный и обменный фонды химических элементов в био- геохимических циклах, их взаимосвязь. Два типа биогеохимических циклов (газообразные и осадочные). Биологические и геологические факторы функционирования природных циклов элементов. Гомеостаз циклов и их саморегуляция. Буферные свойства газообразных циклов.

Круговороты биогенных элементов в биосфере. Круговорот азота в биосфере. Распространённость и значение азота в природе. Биогенный и техногенный способы фиксации атмосферного азота. Роль микроорганизмов в осуществлении этих процессов. Сидерация. Нитрогеназа.

Природно-антропогенный цикл фосфора в биосфере, его отличительные особенности. Роль фосфора как лимитирующего фактора в экосистемах. Фосфорные удобрения. Убыль фосфора на суше как экологическая проблема.

Круговорот углерода в биосфере. Фотосинтез и клеточное дыхание как фундаментальные процессы круговорота углерода.

Круговорот кислорода в биосфере. Особенности круговорота серы в биосфере. Роль микроорганизмов в функционировании цикла серы.

Коэволюция кислородной атмосферы и органического мира планеты.

Второстепенные элементы в биосфере. Стронций-90 и цезий-137. Ртуть. Понятие нового вещества в биосфере. Опасность активного антропогенного вовлечения второстепенных элементов в биосферные циклы. Радиоактивные изотопы стронция и цезия. Токсичные металлы. Круговороты токсических элементов на примере ртути. Влияние хозяйственной деятельности человека на биогеохимические циклы элементов.

Эколого-химический аспект происхождения и развития жизни на Земле. Химический этап эволюции. Химический состав атмосферы, земной коры и другие характеристики добиологического этапа летописи Земли. Предпосылки и необходимые условия для появления и эволюции сложных молекул. Биологический этап эволюции.

Небиологический синтез аминокислот (опыты С. Миллера и Г. Юри). Работы А. И. Опарина, С. Фокса, С. Поннамперума.

Мир РНК, РНК-эволюция. Небиологический синтез РНК. Аутокатализ репликации РНК (аутосплайсинг). Гибридные предковые молекулы жизни. Гипотезы Л. Оргела, А. Ребека, К. де Дюва о гибридных молекулах. Гетерофазно-метаболическая теория происхождения жизни Г. Вехтершойзера.

Воздействие химического компонента абиотического фактора среды на живые организмы. Лимитирующий фактор. Стенобионты и эврибионты. Экологическая валентность. Закон минимума Ю. Либиха. Кальцефитная, кальцефобная, кремниевая, нитрофильная, галофильная растительность. Растения-биоиндикаторы. Влияние pH среды на выживание организмов-гидробионтов. Стеноионные и эвриионные организмы. Аэробные и анаэробные организмы. Влияние количества растворённого кислорода на видовой состав и численность гидробионтов. Стенооксибионты и эвриоксибионты. Влияние концентрации солей в среде на живые организмы. Эвригалинные и стеногалинные организмы. Сапрофиты, сапрофаги.

Тема 3. Понятие о веществах — загрязнителях окружающей среды. Токсичность. Стандарты качества окружающей среды (8 ч)

Виды загрязнений окружающей среды. Химические загрязнения как наиболее экологически опасные. Физические, химические, биологические и механические загрязнения, их характеристика. Химические загрязнения как наиболее экологически опасные. Признаки, характеризующие загрязняющие вещества биосферы. Пути миграции загрязняющих веществ в биосфере. Негативное воздействие за-

грязняющих веществ на биологические объекты.

Хемосфера. Типы трансформации ксенобиотиков в экосистемах. **Классификация веществ, составляющих хемосферу, по** воздействию на организм человека. Природные и синтетические вещества. Вещества антропогенного происхождения (мутагенные, канцерогенные, тератогенные и другого типа воздействия). Токсиканты. Экзогенные вещества. Ксенобиотики. Поллютанты. Экоотоксиканты. Суперэкоотоксиканты.

Классификация загрязнений по различным критериям: по пространственному распределению (глобальные, региональные, локальные, точечные); по силе и характеру воздействия на окружающую среду (фоновые, импактные, постоянные, постепенно нарастающие, катастрофические); по источникам возникновения (промышленные, транспортные, сельскохозяйственные, коммунально-бытовые).

Химические и биохимические типы трансформации загрязняющих веществ в экосистемах. Биотрансформация веществ в биосфере. Биотрансформация поллютантов и ксенобиотиков в живых организмах. Высокоперсистентные ксенобиотики. Нарушение поллютантами природной химической коммуникации между организмами в экосистемах, использование этого явления человеком для борьбы с вредителями сельскохозяйственных и лесных культур, в создании экологически безвредных пестицидов.

Токсичность. Стандарты качества окружающей среды. Токсичность. Коэффициент возможности ингаляционного отравления. Явление интоксикации. Пути поражения токсикантами живых организмов. Дозы токсичности: летальные (средне-смертельные) и пороговые. Понятие качества окружающей среды. Экологические стандарты. Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества и предельно допустимый уровень излучения (ПДУ). Производственно-хозяйственные стандарты качества среды.

Классификация элементов по степени токсичности. Зависимость токсичности химического элемента от дозы и химического состояния (формы). Биоциды и антисептики. Изменение токсичности при биотрансформации. Токсификация и детоксикация. Токсичные элементы — конкуренты биогенных элементов. Механизм действия токсикантов. Биологическое накопление (кумулятивное) токсикантов в пищевых цепях. Избирательное накопление токсических элементов в организме млекопитающих. Организмы-накопители.

Тема 4. Экологические проблемы химии атмосферы (8 ч)

Строение и состав атмосферы. Строение и состав воздушной оболочки Земли. Увеличение содержания кислорода в атмосфере, связанное с биоэволюционными процессами. Изменение состава атмосферы, вызванное техногенезом.

Изменение климата — следствие парникового эффекта. Энергетический баланс Земли. Механизм процесса задержки тепла атмосферой. Парниковый эффект как многофакторное явление. Идеи Ж. Фурье. Парниковые газы. Последствия пар-

никового эффекта. Второстепенные компоненты атмосферы — метан, оксиды азота, тропосферный озон, хлорфторуглероды. Поглощение ИК-излучения молекулами диоксида углерода и воды в атмосфере. Меры борьбы против эмиссии парниковых газов в атмосферу. Механизм фиксации углекислого газа растениями с помощью фермента рибулозодифосфаткарбоксилазы. Искусственные ферменты фиксации углекислого газа.

Химические реакции в атмосфере и её защитные свойства. Фотоны. Спектр электромагнитных излучений. Механизмы поглощения и превращения фотонов с различной длиной волны частицами атмосферы. Опасность УФ-излучения Солнца для живых организмов. Защитные свойства атмосферы. Фотодиссоциация атмосферных молекул. Роль гидроксильного радикала в процессах очищения атмосферы от газовых загрязнителей. Ионизационные процессы в стратосфере и тропосфере. Фотоионизация. Реакции ионов в атмосфере.

Озонный щит Земли и озонные дыры. Свойства озона. Озонный профиль атмосферы. Цикл озона. Образование озона в стратосфере и его фоторазложение. Поглощение озоном УФ-фотонов. Стратосферный и тропосферный озон. Тропосферный озон — опасный компонент фотохимического смога в городах. Снижение концентрации стратосферного озона. Причины истончения озонного щита, роль фторхлоруглеродов в этом процессе. Атомы хлора и молекулы монооксида азота как катализаторы реакций распада молекул озона в стратосфере. Влияние сверхзвуковых самолётов на озонный слой. Пути решения экологических проблем, связанных с сохранением озонного щита. Гидрофторуглероды и другие химические заменители фреонов.

Загрязнители тропосферы. Оксиды серы. Кислотные дожди. Вещества — загрязнители тропосферы: диоксид и монооксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, метан, углеводороды и их производные. Естественные и антропогенные источники этих оксидов.

Оксиды серы. Их источники. Кислотные дожди. Химизм процессов их образования. Губительное влияние кислотных дождей на водные и наземные экосистемы, металлические конструкции, архитектурные памятники и климат.

Оксиды азота. Фотохимический смог. Оксиды азота, их характеристика. Источники оксидов азота: естественные и антропогенные. Влияние оксидов азота на окружающую среду. Фотохимический смог. Концентрация компонентов фотохимического смога в различное время суток. Борьба с загрязнением воздуха оксидами азота.

Некоторые методы очистки промышленных газов от диоксида серы и оксидов азота (процесс Клауса, обессеривание, термическое дожигание и каталитическое сжигание).

Монооксид углерода. Экологические ловушки. Твёрдые взвешенные частицы. Источники монооксида углерода в биосфере. Природные пути утилизации моно-

оксида углерода в биосфере. Химизм отравления человека монооксидом углерода. Конкурентный процесс с участием кислорода и угарного газа в геме.

Экологические ловушки. Вещества, воздействующие на психику человека. Химические загрязнения и поведение человека. Влияние повышения концентрации монооксида углерода на рост сердечно-сосудистых заболеваний человека. Твёрдые взвешенные частицы. Их источники, влияние на здоровье людей. Асбест.

Тема 5. Экологические проблемы химии гидросферы (12 ч)

Чистая и загрязнённая вода. Химический состав воды Мирового океана. Гидросфера — наиболее уязвимая часть природы. Гидрологический цикл. Влагозапас планеты. Распределение воды на Земле. Физические и химические свойства воды. Влияние парникового эффекта на водный баланс планеты.

Дейтериевая вода и её влияние на биологические объекты. Источники загрязнения вод. Бытовые и промышленные отходы. Аэробные и анаэробные процессы в загрязнённой воде. Биоразложимые органические вещества. Биохимическая потребность в кислороде (БПК). Химическая потребность в кислороде (ХПК). Методы определения БПК и ХПК сточных вод.

Эвтрофикация водоёмов. Сточные воды и их обработка. Эвтрофные, мезотрофные и олиготрофные водоёмы. Сукцессионные процессы на месте водоёмов. Ускоренная эвтрофикация водоёмов под влиянием хозяйственной деятельности человека. Меры борьбы с искусственной эвтрофикацией водоёмов.

Виды сточных вод. Первичная, вторичная и третичная обработка сточных вод. Биологические методы очистки сточных вод. Использование активного ила, организмов-накопителей и фильтраторов. Физико-химические способы удаления загрязнений (сорбция активированным углем, нейтрализация, коагуляция, электрохимические способы, стерилизация, осаждение и ионный обмен, экстракция).

Металлы и их соединения как загрязнители воды. Металлы-токсиканты. Круговорот ионов металлов в биосфере. Взаимовлияние ионов различных металлов в живом организме: аддитивность, синергизм, антисинергизм, антогонизм. Биохимические взаимодействия металлов-токсикантов с некоторыми элементами в организме человека. Дисбаланс металлов-микроэлементов в живом организме и его последствия. Влияние параметров экосистемы (солёность, pH, температура, содержание кислорода) на токсичность металлов-ксенобиотиков. Сезонное и вертикальное распределение металлических примесей в природных водах.

Ртуть как токсикант водной среды. Ртуть — наиболее опасный токсикант водной среды. Свойства ртути как токсиканта: воздействие на нервную систему гидробионтов, биогенные превращения соединений ртути (метилирование), накопление ртути в пищевых цепях. Ртутьорганические соединения. Источники ртути. Ртутные отравления и антидоты.

Загрязнение водной среды свинцом. Источники загрязнения свинцом. Растущее содержание и перемещения свинца в окружающей среде. Антидетонирующие присадки к бензинам. Токсичность свинца. Меры борьбы со свинцовым загрязнением. Комплексообразователи, используемые в методе хелатизации при свинцовых отравлениях.

Кадмий как загрязнитель гидросферы. Применение кадмия в производстве. Серебряно-кадмиевые аккумуляторы. Токсичность кадмия.

Хлорорганические и фосфорорганические соединения. Хлор-органические соединения (ХОС) как загрязнители воды. Производства, использующие хлор и его соединения. Классификация ХОС. Наиболее распространённые ХОС (хлорциклоалканы, хлорциклоалкадиены, ДДТ и его производные, хлорпроизводные диоксина и дибензофурана, полихлорбифенилы), их экологическая характеристика. Причины высокой опасности ХОС для теплокровных.

Фосфорорганические соединения (ФОС). Отличительные свойства ФОС-токсикантов по сравнению с ХОС. Отдельные представители ФОС (ДФФ, карбофос, тиофос, хлорофос, ТЭПФ), их использование в быту и сельском хозяйстве. Оценка экологической опасности ФОС. Механизм токсического воздействия ФОС. Ацетилхолинэстераза и её ингибирование. Химическое оружие. Перемещение ФОС в природе. Поведение ФОС в воде.

Другие загрязнители воды. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) как загрязнители гидросферы. Полифосфаты и их заменители. Опасность ПАВ для водных экосистем.

Полимеры и пластмассы. Биохимическая устойчивость полимеров. Проблема создания саморазлагающихся пластмасс. Утилизация полимеров и проблема их рециркуляции. Продукты сгорания пластмасс — опасные ксенобиотики.

Нефть как загрязнитель пресной и солёной воды. Воздействие нефтяных загрязнений на водные экосистемы и их последствия. Разрушение нефтяных загрязнений бактериями разных видов. Меры борьбы с нефтяными эмиссиями. Основные пути превращений и перемещений нефти и нефтепродуктов в водоёмах.

Кислотные осадки. Губительность низких значений pH для фауны водоёмов. Высвобождение токсичных веществ в кислотной среде. Проблема токсичности алюминия на закисленных почвах.

Тепловое загрязнение. Смена флоры и фауны водных экосистем как следствие теплового загрязнения.

Тема 6. Эколого-химические проблемы литосферы (7 ч)

Природные ресурсы. Классификация ресурсов на основе использования человеком. Топливные и энергетические ресурсы. Ресурсы металлов и неметаллов. Земля — замкнутая химическая система с постоянством массы каждого химического элемента. Потенциальная возобновляемость ресурсов. Возобновляемые и невоз-

обновляемые ресурсы. Индекс использования резервов (ИИР) ресурса. Перспективы истощения на Земле некоторых ископаемых ресурсов. Две группы ресурсов в соответствии с характеристикой ИИР. Вторичные ресурсы и их использование — один из путей ресурсосбережения. Традиционная модель промышленного производства. Модель промышленной экосистемы, её преимущества. Изменение химических форм ресурсов. Отходы. Задача создания методов рециркуляции. Рециркуляция ресурсов и технологические проблемы ресурсосбережения. Первичные и вторичные источники материалов. Безотходные и малоотходные технологии. Альтернативные материалы и источники энергии.

Пестициды. Классификация пестицидов в соответствии с их назначением (инсектициды, гербициды, фунгициды, родентициды, нематоциды, аскарициды). Классификация пестицидов по химической природе. Наиболее используемые в практике гербициды, инсектициды и фунгициды. ХОС, ФОС, карбаматы, хлорфеноксикислоты, их оценка с экологических позиций. Пиретроиды, сульфони л мочевины, производные гидрохинона, гормональные препараты — пестициды третьего поколения.

Различные механизмы воздействия пестицидов на живой организм. Механизмы разложения пестицидов различных групп в природных условиях, их стабильность в природе, процессы биотрансформации пестицидов в биосфере. Кумулирование некоторых пестицидов в пищевых цепях. Время ожидания. Пути поступления пестицидов в организм человека. Пестициды в продуктах питания. Цитохромы Р-450 и другие микросомальные монооксигеназы и их роль в детоксикации остаточных пестицидов в живых организмах. Роль пестицидов в сохранении урожая. Экологические проблемы, связанные с применением пестицидов. Комплексная система защиты растений как альтернатива пестицидам.

Удобрения и регуляторы роста и развития растений. Удобрения органические и минеральные. Формирование агроэкосистем человеком с использованием методов химизации. Потенциальная экологическая опасность использования удобрений. Остаточные удобрения в продуктах питания. Проблема нитратов и нитритов. Механизм негативного действия нитратов на живые организмы.

Эндогенные химические регуляторы роста растений. Фитогормоны. Действие фитогормонов на процессы развития растений. Ауксины — индолилуксусная кислота и её природные и синтетические аналоги. Гиббереллины. Цитокинины. Абсци- зовая кислота — антагонист гиббереллинов. Этилен. Природные стимуляторы и ингибиторы физиологических функций растений. Дефолианты и десиканты. Синтетические химические агенты, используемые в сельском хозяйстве. Вещества естественной системы защиты растений от животных-фитофа- гов, паразитических грибов и патогенных микроорганизмов (фитоалексины, фитонциды, фитоэкдизоны, антифиданты, антиювенильные гормоны-прекоцены).

Химические источники пищи. Экологическая точка зрения на проблемы, свя-

занные с ростом народонаселения планеты. Проблема белкового голодания и пути её решения. Типы пищевого белка. Микробиологический белок, его пре- имуществе* и особенности. Аминокислотная ценность белка. Незаменимые аминокислоты. Живые организмы — продуценты микробиологического белка. Выбор микроорганизмов, синтезирующих пищевой белок (дрожжи, бактерии, плесневые грибы, водоросли), их сравнительная характеристика. Субстраты, необходимые для синтеза белка. Белкововитаминные концентраты (БВК), микопротеин, прутин. Экологическая чистота микробиологических производств: проблемы и решения. Аллергическое действие БВК. Проблема остаточных парафинов.

Побочные продукты синтеза пищевого белка (первичные и вторичные метаболиты) и их использование человеком. Краткая характеристика антибиотиков, алкалоидов, лекарственных препаратов, получаемых с помощью биотехнологических процессов и методов. Достижения генной инженерии в данной области.

Тема 7. Радиоактивность как загрязняющий фактор (4 ч)

Природа и источники радиации. Естественная и искусственная радиоактивность. Фоновая радиация. Природные (естественные) и искусственные источники радиоактивного облучения человека. Основные виды радиоактивного распада (α-распад, β-распад, электронный захват, спонтанное деление). Опасные для живого виды волнового излучения (рентгеновские и γ-лучи). Периоды уранонакопления в истории Земли и их влияние на эволюцию органического мира. Возрастающий уровень радиоактивного загрязнения биосферы — следствие хозяйственной и военной деятельности человека.

Биологические повреждения, вызываемые радиацией. Радиочувствительность различных биологических объектов. Два типа биологических повреждений, вызываемых радиацией. Физический (пулеобразный) тип действия ионизации на живые клетки и их структуры. Химический (косвенный) тип повреждений. Наиболее распространённые опасные радионуклиды (иод-131, барий-140, цезий-137, стронций-90), их характеристика, источники и время жизни. Мутагенное и тератогенное действие радиации. Молекулярные изменения структуры ДНК под действием облучения. Радон и радоновая проблема. Радиозащитные вещества (радиопротекторы). Способы утилизации радиоактивных отходов. Ядерная энергетика и экологическая оценка опасности при получении и использовании атомной энергии.

Тема 8. Экология и энергетика (3 ч)

Экологические и химические аспекты энергетических проблем. Энергетический кризис — одна из острых экологических проблем современности. Взаимосвязь экологических и химических аспектов энергетических проблем.

Традиционные и альтернативные источники энергии. Сравнение альтернативной энергетики с традиционной и атомной. Направления атомной энергетики. Ха-

рактеристика её возможностей и перспектив развития, экологическая безопасность.

Тема 9. Экологический мониторинг (3 ч)

Биоиндикация. Задачи и методы экологического мониторинга, его составные компоненты. Реакция-ответ. Комплексный экологический контроль содержания загрязняющих веществ в биосфере.

Организмы-биоиндикаторы. Прямая и косвенная биоиндикация. Морфологическая индикация некоторых поллютантов с помощью тест-растений. Использование животных и микроорганизмов для обнаружения и контроля загрязнений окружающей среды. Биосенсоры, механизмы действия.

Химические методы контроля загрязнений. Традиционные аналитические и современные сенсорные методы. Хемосенсоры и физические датчики (металлические, оксидные слои, световоды, мембраны). Пороги чувствительности сенсорных устройств.

Обнаружение и измерение радиоактивного загрязнения. Абсолютная и удельная активность радиоактивного материала. Ионизационный, сцинтилляционный и фотохимический методы контроля уровня радиации.

Тема 10. Химико-экологический практикум (7 ч)

Решение ситуационных заданий по экологической химии, защита проектов, представление результатов исследовательских работ

Перечень практических работ.

1. Воспроизведение известкового цикла.
2. Определение показателей качества воды (прозрачность, цвет, запах, кислотность).
3. Определение содержания в воде растворённого кислорода.
4. Определение относительного количества почвенных нитратов.
5. Определение ионов тяжёлых металлов в почве (обнаружение ионов меди и свинца при помощи качественных реакций).
6. Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнения почвы и воздуха.
7. Оценка загрязнения воздуха по состоянию хвои сосны.

IV. Тематическое планирование курса «Химические основы экологии»

10 класс				
Раздел	Кол-во часов	Темы	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся.
I. Введение в химическую экологию	4	1. Предмет химической экологии. 2. Химические экорегуляторы — посредники между организмами и средой обитания	1 3	Применяют теоретические знания для решения практических заданий, устанавливая внутриспредметные и межпредметные связи
II Химические элементы в биосфере	14	1. Элементы биогенные и второстепенные 2. Биогенные элементы — связующее звено между живой и неживой частями экосистем 3. Биогеохимические циклы элементов 4. Круговороты биогенных элементов в биосфере 5. Второстепенные элементы в биосфере. Стронций-90 и цезий-137. Ртуть 6. Эколого-химический аспект происхождения и развития жизни на Земле 7. Воздействие химического компонента абиотического фактора среды на живые организмы 8. Практическая работа 1 «Воспроизведение известкового цикла».	1 2 3 3 2 1 1 1	Дают комментарии интегративного характера, соединяя знания из курсов химии и биологии, оценивая их с экологических позиций. Готовят сообщение по теме, сопровождаемое мультимедийной презентацией. Делают самостоятельные выводы и обобщения на основе анализа и синтеза фактов. Записывают уравнения реакций, иллюстрирующих химические процессы в природе. Решают ситуационные задания, сопоставляют их с проблемами реальных жизненных ситуаций. Высказывают суждения по экологическим проблемам, связанным с добычей и переработкой углеводородов.
III. Понятие о веществах — загрязнителях окружающей среды.	8	1. Виды загрязнений окружающей среды. Химические загрязнения как наиболее экологически опасные.	1	Называют вещества — загрязнители, попадающие в биосферу в процессе человеческой деятельности.

Токсичность. Стандарты качества окружающей среды		2. Хемосфера. Роль деятельности человека в изменении хемосферы. 3. Типы трансформации ксенобиотиков в экосистемах. 4. Токсичность. Стандарты качества окружающей среды	5 1 1	Характеризуют некоторые органические вещества и материалы, созданные на основе полимеров, средства повышения урожайности сельскохозяйственных культур, материалы, используемые в строительстве. Осмысленно дают характеристику понятиям стандартов окружающей среды.
IV. Экологические проблемы химии атмосферы	8	1. Строение и состав атмосферы 2. Химические реакции в атмосфере и её защитные свойства 3. Озонный щит Земли и озонные дыры 4. Загрязнители тропосферы. 5. Оксиды серы. Кислотные дожди 6. Оксиды азота. Фотохимический смог 7. Монооксид углерода. Экологические ловушки. Твёрдые взвешенные частицы	1 1 1 1 1 1 2	Выделяют необходимую информацию, применяют методы информационного поиска, в том числе и с помощью компьютерных средств. Могут осознанно и произвольно строить речевое высказывание в письменной форме.
Итого по 10 классу: часов - 34 практических работ - 1				
11 класс				
Раздел	Кол-во часов	Темы	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся.
V. Экологические проблемы химии гидросферы	12	1. Чистая и загрязнённая вода. 2. Эвтрофикация водоёмов. 3. Сточные воды и их обработка 4. Металлы и их соединения как загрязнители воды 5. Ртуть как токсикант водной среды 6. Загрязнение водной среды	2 1 1 1 1 1	Анализируют объекты с целью выделения признаков. Смысловое чтение, определение основной и второстепенной информации. Синтезируют характеристику вещества на основе небольших информационных данных. Устанавливают причинно-

		свинцом 7. Кадмий как загрязнитель гидросферы 8. Хлорорганические и фосфорорганические соединения 9. Другие загрязнители воды 10. Практическая работа 2. «Определение содержания в воде растворенного кислорода». 11. Практическая работа 3 «Определение показателей качества воды».	1 1 1 1 1	следственные связи. Выдвигают гипотезы и их обоснование, прогнозирование происходящих явлений и их последствий, оценка. Самостоятельно создают способы решения проблем творческого и поискового характера. Слушают и вступают в диалог по теме выступления.
VI. Эколого-химические проблемы литосферы	7	1. Природные ресурсы 2. Пестициды 3. Удобрения и регуляторы роста и развития растений 4. Химические источники пищи 5. Практическая работа 4. «Определение ионов тяжелых металлов в почве» 6. Практическая работа 5 «Определение относительного количества почвенных нитратов»	2 1 1 1 1 1	Планируют этапы выполнения работы Учатся соотносить свои действия с планируемыми результатами. Выполняют эксперимент в соответствии с инструкцией и правилами безопасности, наблюдать проводимый опыт, анализировать и делать выводы по результатам опыта, оформлять отчет о проделанной работе.
VII. Радиоактивность как загрязняющий фактор	2	1. Природа и источники радиации 2. Биологические повреждения, вызываемые радиацией	1 1	Используют мультимедийные ресурсы и компьютерные технологии для обработки, передачи, систематизации информации, создания баз результатов познавательной и практической деятельности.
VIII. Экология и энергетика	3	1. Экологические и химические аспекты энергетических проблем. 2. Традиционные и альтернативные источники энергии.	1 2	Устанавливают соответствие между химическим объектом и его характеристикой;

IX. Экологический мониторинг	3	1. Биоиндикация 2. Химические методы контроля загрязнений. 3. Практическая работа 6. «Кресс-салат как тест- объект для оценки загрязне- ния почвы и воздуха»	1 1 1	Применяют теоретические знания для решения практи- ческих заданий, устанавливая внутрипредметные и меж- предметные связи
X. Химико- экологический практикум	7	1. Сюжетные занятия по темам: - химия чистоты и здоровья; - химик изучает рекламу; - урок буквоеда.		Используют элементы при- чинно-следственного и структурно-функционального анализа для определения сущностных характеристик изучаемого объекта;
Итого по 11 классу: часов - 34 практических работ - 5				

V. Учебно-методическая литература:

1. С.Б. Шустов, Л.В. Шустова, Н.В. Горбенко «Программа курса по выбору «Химические аспекты экологии» Для учащихся старших классов общеобразовательных организаций». – Москва: «Русское слово», 2015 г.
2. Н.В. Горбенко, Е.И. Тупикин, С.Б. Шустов, «Методические рекомендации к учебному пособию С.Б. Шустов, Л.В. Шустова, Н.В. Горбенко «Химические аспекты экологии. Курс по выбору», - Москва, «Русское слово», 2015 г.
3. С.Б. Шустов, Л.В. Шустова, Н.В. Горбенко «Химические аспекты экологии» Учебное пособие для учащихся старших классов общеобразовательных организаций. Курс по выбору». – Москва: «Русское слово», 2016 г.
4. С.Б. Шустов, Л.В. Шустова, Н.В. Горбенко «Рабочая тетрадь к учебному пособию С.Б. Шустов, Л.В. Шустова, Н.В. Горбенко «Химические аспекты экологии для учащихся старших классов общеобразовательных организаций. Курс по выбору», - Москва, «Русское слово», 2015 г.
5. Г.В. Пичугина «Ситуационные задания по химии. 8-11 классы», Москва, «ВАКО», 2014г.
6. М.Фримантл «Химия в действии», Москва. «Мир», 1991.
7. А.И. Артеменко «Органическая химия и человек. Теоретические основы. Углубленный курс. Учебник для общеобразовательных учреждений с углубленным изучением предмета», - Москва, «Просвещение», 2000.
8. Л.С. Астафьева «Экологическая химия. Учебник», Москва, Издательский центр «Академия», 2006.

