

Крисмас®

shop.christmas-plus.ru

christmas-plus.ru

крисмас.рф

8-11

МЕТОДИЧЕСКОЕ
ПОСОБИЕ
ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРТАТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+»
Учебный центр «Крисмас»

**Химико-экологический практикум
с применением
портативного оборудования
(8–11 класс)**

Методическое пособие для учителя

Под редакцией канд. хим. наук А. Г. Муравьёва

2-е издание

Санкт-Петербург

2024

УДК 542+543.3(035)
ББК 26.222с+28.081.72+74.264.5
Х46

Авторы:

Александр Григорьевич Муравьев, Евгения Константиновна Орликова,
Ирина Павловна Кондратюк, Валерия Леонидовна Киселёва,
Елена Борисовна Кравцова, Алла Геннадьевна Богачёва.

Рецензенты:

Ольга Геннадьевна Роговая, д-р пед. наук, профессор кафедры химического и экологического образования РГПУ им. А.И. Герцена;

Татьяна Дмитриевна Шигаева, канд. хим. наук, руководитель сектора метрологического контроля, АНО ДПО «Санкт-Петербургский институт природопользования, промышленной безопасности и охраны окружающей среды»;

Татьяна Владимировна Модестова, канд. пед. наук, директор ГБУ ДППО — центра повышения квалификации специалистов «Информационно-методический центр» Петроградского района Санкт-Петербурга.

Химико-экологический практикум с применением портативного оборудования (8–11 класс): методическое пособие для учителя / А.Г. Муравьев, Е.К. Орликова, И.П. Кондратюк, В.Л. Киселёва, Е.Б. Кравцова, А.Г. Богачёва; под ред. канд. хим. наук А.Г. Муравьева. — 2-е изд., перераб., доп. и испр. — Санкт-Петербург: Крисмас+, 2024. — 224 с., ил., табл., прил.

ISBN 978-5-89495-297-0

Настоящий практикум представляет собой методическое пособие-руководство по проведению практических работ химико-экологической направленности при изучении курса химии в 8–11 классах с применением портативного оборудования производства ЗАО «Крисмас+». Практикум проводится на учебно-материальной базе кабинета химии (учебной лаборатории) и является руководством по применению учебно-методических комплектов «Школьная портативная химико-экологическая лаборатория исследования воды ШХЭЛ» (класс-комплект), мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У» в разных модификациях, тест-комплектов и др.

В пособии приведена разнообразная актуальная информация о химических соединениях в окружающей среде, способах их количественного определения в пробах воды, почвенных вытяжках и др. Подробно описаны пошаговые инструкции выполнения практических работ при фронтальной, групповой, индивидуальной работе. Методики практикума соответствуют содержанию Федеральной образовательной программы (ФОП) по химии основного общего образования базового и углубленного уровня и согласуются с требованиями действующего ФГОС среднего общего образования программы по химии углубленного уровня. Методики применимы для лабораторных и проектно-исследовательских работ в курсах внеурочной деятельности и могут использоваться при реализации программ системы дополнительного образования.

Пособие предназначено для учителя, педагога внеурочной деятельности, педагога дополнительного образования, методиста по организации учебного процесса, специалиста методических отделов образования, всех интересующимся методикой и технологией выполнения химико-экологических работ по химии со школьниками.

УДК 542+543.3(035)
ББК 26.222с+28.081.72+74.264.5

ISBN 978-5-89495 297-0

© Муравьев А.Г., Орликова Е.К., Кондратюк И.П.,
Киселёва В.Л., Кравцова Е.Б., Богачёва А.Г., 2024
© ЗАО «Крисмас+», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение. Химико-экологический эксперимент в условиях современного школьного образования	7
2. Оснащение химико-экологического практикума портативным оборудованием	12
2.1. Применение химико-аналитических методов и технологий анализа воды и водных вытяжек в условиях школьного практикума	12
2.2. Учебно-методический комплект «Школьная портативная химико-экологическая лаборатория» (ШХЭЛ)	15
2.2.1. Общие сведения. Назначение и области применения изделия ...	15
2.2.2. Технические данные и характеристики	18
2.2.3. Устройство и состав класс-комплекта ШХЭЛ	21
2.2.4. Учебный потенциал и методические особенности изделия	27
2.3. Мини-экспресс-лаборатория для учебных химико-экологических исследований «Пчёлка-У»	31
2.3.1. Назначение и области применения	31
2.3.2. Технические данные изделий	34
2.3.3. Характеристика учебного применения мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У» в химико-экологическом практикуме	36
2.4. Тест-комплекты и тест-системы для химического контроля воды и водных почвенных вытяжек	37
3. Общие правила работы в практикуме и меры безопасности	41
3.1. Общая информация о мерах безопасности при выполнении экспериментальных задач	41
3.2. Факторы опасности при выполнении работ	43
3.3. Основные правила безопасной работы с химическими веществами	44
3.4. Сведения об используемых в практикуме вредных и опасных веществах и растворах	47
3.5. Сведения по утилизации	49
4. Методические рекомендации по организации и проведению химико-экологического практикума с применением портативного оборудования	50
4.1. Межпредметный характер и другие особенности химико-экологического практикума	50
4.2. Содержание федеральных образовательных программ по химии, химический анализ и химико-экологические практические работы с применением портативного оборудования	53
4.3. Химико-экологические исследовательские и экспериментальные задачи в условиях изучения курса химии в основном и дополнительном образовании	59

4.4. Методика организации учебной работы с применением портативного оборудования.....	62
4.4.1. Методика организации работы учителя	63
4.4.2. Методика организации деятельности учащихся в ходе практического учебного занятия с применением портативного оборудования на примере использования модулей ШХЭЛ.....	65
4.4.3. Организация проектной исследовательской работы с применением портативного оборудования и функции участников образовательного процесса	67
5. Отбор проб для учебных исследований, обращение с пробами и пробоподготовка	70
5.1. Отбор проб воды для определений, обращение с пробами, их консервация и пробоподготовка	71
5.2. Отбор и приготовление проб почвы, приготовление почвенной вытяжки	76
5.3. Приготовление модельных растворов	83
6. Практические работы для 8 класса	85
6.1. Изучение органолептических показателей качества воды.....	85
Работа № 1. Определение мутности и прозрачности поверхностных вод	85
Работа № 2. Определение цветности природной воды.....	90
6.2. Определение кислотности воды и водных сред.....	95
Работа № 3. Определение уровня кислотности воды и водных сред по величине рН.....	95
7. Практические работы для 9 класса	98
7.1. Определение катионов.....	98
Работа № 4. Определение содержания катиона аммония в природных водах и почвенных вытяжках	98
Работа № 5. Определение общей жёсткости питьевой воды по катионам кальция и магния способами капельного и объёмного титрования	101
7.2. Определение анионов	111
Работа № 6. Определение нитрат - анионов в воде и почвенных вытяжках	113
Работа № 7. Экспресс-анализ содержания нитратов в овощах, фруктах и соках.....	116
Работа № 8. Определение концентрации сульфат-ионов в пробах природной и очищенной сточной воды (почвенных вытяжках)	118
Работа № 9. Определение карбонатной жесткости природной воды и почвенных вытяжек как суммарного содержания карбонатов и гидрокарбонатов.....	124

8. Практические работы для 10 класса	133
8.1. Поверхностно-активные вещества как представители органических соединений	133
Работа № 10. Определение содержания сульфонатов–представителей анионактивных ПАВ (АПАВ), поступающих в водные объекты с хозяйственно-бытовыми стоками	135
8.2. Высокомолекулярные органические соединения с биологическими функциями	139
Работа № 11. Качественное определение белков с использованием биуретовой реакции	139
8.3. Многофункциональные кислородсодержащие органические соединения	142
Работа № 12. Качественное определение полисахаридов по йодкрахмальной реакции	142
9. Практические работы для 11 класса	148
9.1. Процесс гидролиза солей	148
Работа № 13. Определение общей кислотности как показателя качества воды	150
9.2. Кислород в водосодержащей среде	156
Работа № 14. Определение массовой концентрации растворенного в воде кислорода при санитарно-химическом и экологическом контроле	156
9.3. Металлы в различных степенях окисления	168
Работа № 15. Определить содержание растворенных форм никеля в водных объектах культурно-бытового назначения	168
Работа № 16. Определение содержания растворенных форм марганца в питьевой природной и очищенной сточной воде	172
9.4. Неметаллы в различных степенях окисления	179
Работа № 17. Определение санитарно-токсикологического показателя воды водоёмов по содержанию нитрит-анионов	179
Работа № 18. Определение концентрации фосфат-аниона, гидролизующихся полифосфатов и общего фосфора в природной воде	182
Работа № 19. Определение солёности воды по содержанию в ней хлоридов	191
Приложения	196
Приложение 1. Пример составления исследовательских и экспериментальных химико-экологических задач	196
Приложение 2. Примерная технологическая карта урока	199

Приложение 3. Сведения о размещении интерактивных информационно-обучающих материалов по химико-экологическим лабораторным и проектно-исследовательским работам в сети Интернет.....	201
Приложение 4. Примерная тематика проектно-исследовательских работ учащихся, реализуемых при выполнении практических работ в химико-экологическом практикуме с применением портативного оборудования производства ЗАО «Крисмас+».....	203
Приложение 5. Степень и типы засоленности почв в зависимости от концентраций солей в почвенной вытяжке	210
Рекомендуемая литература для учителя и учащихся	211
Словарь терминов	214
Предметный указатель	218
Информационные приложения	
Аннотации учебно-методических пособий из состава УМК ШХЭЛ	221
Учебный центр группы компаний «Крисмас»	222
Средства оснащения современного экологического практикума	223

1. ВВЕДЕНИЕ.

Химико-экологический эксперимент в условиях современного школьного образования

Экологическое образование и воспитание, декларированное ФГОС общеобразовательной школы, является основным фактором формирования экологической культуры личности как регулятора отношений в системе «человек–окружающая среда».

Основные требования ФГОС к экологическому образованию предполагают включение его во все виды образовательной деятельности на разных ступенях общего образования, в том числе внесение экологического компонента в содержание школьных дисциплин естественнонаучного цикла. Образовательные результаты заложены в стандарте с учётом предметной специфики естественных дисциплин.

Химия в списке учебных предметов, формирующих экологическое мировоззрение, занимает одно из первых мест. По ФГОС основного и среднего общего образования¹ одной из целей изучения химии в общеобразовательной школе является формирование системы химических знаний как компонента естественнонаучной картины мира и приобретение обучающимися ключевых компетентностей, имеющих универсальное значение для различных видов деятельности, том числе экологически целесообразное поведение в повседневной жизни. На занятиях по химии углубляются знания о взаимосвязи состава, строения, свойств и биологической функции веществ, их двойственной роли в живой природе, о химической сущности круговорота веществ в биосфере, биологической взаимозаменяемости химических элементов и последствиях этого процесса для живых организмов, причинах нарушения биохимических циклов. Поэтому компоненты содержания экологического образования является составной частью школьного курса химии. Сохраняя традиции, заложенные В.Н. Верховским: «Объективно постигать существующие в природе закономерности, опираясь на систему теоретических знаний, подкреплённых экспериментом», химический эксперимент как один из важнейших методов и средств обучения химии, развивающих познавательный интерес учащихся — неотъемлемая часть обучения данной дисциплине.

¹ Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. Утверждён приказом Приказом Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287. Редакция от 17 фев. 2023.

Методика применения химического эксперимента на уроках химии в школе достаточно исследована и разработана учёными-методистами. Однако в настоящее время у широкого круга педагогов-практиков вновь возникает интерес к данному вопросу. Это во многом связано с динамическими процессами, протекающими в современном образовании и обусловленными следующими факторами:

- требования ФГОС о внесение экологического компонента в содержание школьных дисциплин естественнонаучного цикла;
- ориентация ФГОС на достижение обучающимися не только предметных, но и метапредметных и личностных образовательных результатов;
- обязательное выполнение выпускниками школы основной и средней ступени индивидуального проекта в выбранной области (в том числе естественно-научной);
- формирование функциональной и естественнонаучной грамотности;
- необходимостью повышения качества профориентационной работы, предпрофильной и профильной подготовки учащихся 8–11 классов.

Все это заставляет педагога по-новому взглянуть на вопросы, связанные с модернизацией процесса преподавания химии в части практической деятельности обучающихся на уроке или занятии внеурочной деятельности.

Эксперимент — важный метод системно-деятельностного обучения, обеспечивающего формирование и совершенствование знаний, являющегося, в свою очередь, основой формирования естественнонаучной грамотности.

В условиях современного школьного образования по естественнонаучным дисциплинам, особая роль отводится использованию химического эксперимента как метода интеграции экологии и химии в рамках ФГОС. Преобразовавшись в химико-экологический, он становится активным методом изучения окружающей среды, дает возможность обучающимся анализировать разнообразные экологические ситуации, прогнозировать функционирование экосистем биосферы в условиях антропогенного и техногенного воздействия.

Химико-экологический эксперимент может быть использован для решения следующих задач:

- объяснения природных явлений и процессов;
- изучения воздействия веществ на живые организмы и экосистемы;
- разработки экологически безопасных процессов;
- осуществления контроля качеством овладения знаний по критериям и нормам, учитывающим данный вид деятельности;
- применения технологии обучения в сотрудничестве;
- включения в профориентационную работу по профилю «профессиональных проб».

Несмотря на неоспоримую пользу введения химико-экологических экспериментов в практику преподавания химии в общеобразовательной школе, многие педагоги сталкиваются с рядом проблем, среди которых острый дефицит учебных часов, отведённых на освоение учебного предмета химия и недостаточная для системной реализации химических и химико-экологических экспериментов материально-техническая оснащённость образовательных организаций. Причём, это распространяется как на демонстрационный эксперимент, так и на ученический эксперимент (лабораторной, практической работы или экспериментальной исследовательской задачи).

В этом случае на помощь педагогам приходят так называемые «готовые решения» для выполнения химико-экологических экспериментальных задач: демонстрационных экспериментов, лабораторных работ, учебных проектов, включающих этап практических исследований и т. п.

Готовыми решениями для педагога являются учебно-методические и (или) дидактико-методические комплекты. В состав комплектов входят не только учебно-методические издания (пособия-руководства, рабочие тетради, определители и т. д.) и дидактические материалы (карты-инструкции, сравнительные таблицы и пр.), но и необходимое для выполнения химико-экологических практикумов оборудование: измерительные приборы, посуда, эталонные цветовые шкалы, готовые химические сухие реагенты и растворы (в том числе модельные среды). Применение педагогом в своей профессиональной деятельности таких готовых решений позволяет ему существенно сократить затраты времени на подготовку к их проведению, повысить надёжность получаемых результатов экспериментов, оптимизировать эргономику образовательной среды в процессе их проведения, обеспечить системность и вариативность этого вида образовательной деятельности в условиях современной школы.

Готовым решением для реализации химико-экологических экспериментов в урочное и внеурочное время является комплекс портативных учебных изделий, разработанных в период с начала 2000-х годов и производимый серийно компанией «Крисмас+». Комплекс и отдельные его составляющие в функциональном, методическом и дидактическом аспектах прошёл многолетнюю апробацию в образовательных учреждениях Российской Федерации, получил многочисленные одобрения и признания учителей химии и экологии.

Одним из актуальных путей экологического образования в оказании помощи педагогу по организации образовательной деятельности, делающей особый акцент на системное применение практико-ориентированных форм и методов, является химико-экологический практикум. Кроме того, что практикум дополняет учебное занятие, осуществляет связь между теорией и прак-

тикой, закрепляет знания, полученные в ходе теоретических занятий, происходит овладение основами химического анализа, формирование практических навыков и универсальных учебных действий. По сравнению с обычными лабораторными работами и практическими занятиями, он характеризуется большей самостоятельностью учащихся и творческим отношением к выполнению заданий, формирует способность предвидеть пути развития изучаемых событий и явлений, переносить известные приёмы в нестандартные ситуации, осуществлять анализ правильности и эффективности своей практической деятельности, синтезировать разрозненную информацию и обобщать результаты. Перечисленное способствует эффективному достижению метапредметных и личностных результатов обучения, являющихся одним из основных требований ФГОС.

Комплекс портативных учебных изделий производства ЗАО «Крисмас» является в настоящее время единственным системным методико-дидактическим и материально-техническим решением для химико-экологического практикума при обучении школьников 8–11 классов.

Комплекс портативного учебного оборудования для химико-экологического практикума включает класс-комплект «Школьная химико-экологическая лаборатория» («ШХЭЛ»), класс-комплект для лабораторного практикума «Экология-химия-биология» («ЭХБ»), мини-экс-пресс-лаборатории «Пчёлка-У/хим» («Пчёлка-У/почва»), а также тест-комплекты и тест-системы для определения показателей качества и состава воды, почвенных вытяжек, пищевых продуктов, воздуха.

Отличительной особенностью настоящего пособия - практикума является то, что оно одновременно является как **методическим руководством для учителя (в традиционном аспекте понимания термина «практикум»)**, так и **технологическим руководством для учителя и учащихся** по применению предусмотренного в практикуме оборудования, технологических операционных приёмов его использования. Пособие-практикум учитывает условия и современные требования к качеству естественнонаучного, технологического, химического, экологического образования учащихся 8–11 классов в урочной и внеурочной деятельности. Важно, что химико-экологический эксперимент, представленный в практикуме выходит за рамки химического образования, в связи с чем, предлагаемый практикум позволяет вовлечь в учебные экологические исследования и проектные работы учащихся при изучении не только химии, но и биологии, географии, ОБЖ, профильных и предпрофильных курсов, курсов внеурочной деятельности естественнонаучной направленности. Он создаёт хорошую материальную и методическую основу занятий дополнительного образования в различных направлениях, предпола-

гающих получение и интерпретацию данных о химическом составе и свойствах окружающей среды, показателях качества и безопасности питания, факторах здоровья, личной и общественной безопасности. Основой содержания настоящего пособия-практикума являются экспериментальные исследовательские задачи, направленные на исследование воды и водных сред химико-аналитическими методами. Такие объекты выбраны нами для учебных исследований не случайно. Водная среда является неотъемлемой и основной средой для различных экологических систем и населяющих их организмов. Вместе с тем, практикум уместно дополняется пособиями, предполагающими исследование не только водных сред, но и воздуха, продуктов питания, почвы. Такие пособия наработаны ранее и входят в состав изделий, уже получивших широкое распространение — класс комплекта «ЭХБ»², мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У»³. При пищевой специализации целесообразно использовать инструментарий практикума по оценке качества и безопасности питания⁴ и др.

Все представленные в практикуме экспериментальные исследовательские задачи соответствуют образовательным программам курса химии 8–11 класса и могут выполняться как комплексно, так и обособленно друг от друга. Такая структура позволяет педагогу выборочно включать их в процесс обучения в соответствии с конкретной образовательной задачей.

² Экологический практикум: учебное пособие с комплектом карт-инструкций. СПб., 2019.

³ Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях. СПб., 2018.

⁴ Руководство по санитарно-пищевому анализу с применением портативного оборудования. СПб., 2020; Практикум по оценке качества и безопасности пищевых продуктов. СПб., 2020.

2. ОСНАЩЕНИЕ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПОРТАТИВНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

2.1. ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА ВОДЫ И ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОГО ПРАКТИКУМА

В середине 1990-х гг. портативное оборудование производства НПО ЗАО «Крисмас+» стало активно применяться в различных учебных практиках, связанных с необходимостью получения данных о составе проб воды и почвы. При этом учащимися (школьниками и студентами) выполнялись исследовательские работы по экологии в учреждениях основного и дополнительного образования. Такая востребованность портативного оборудования обуславливается двумя основными факторами. Во-первых, относительной простотой химико-аналитических методов и технологий анализа, разработанных ЗАО «Крисмас+» для химического анализа водных сред и не требующих сложного инструментального оснащения. Во-вторых, их во многом подобием (унификацией) по основным типовым операциям, стандартными методами анализа, широко применяемыми в профессиональной аналитической практике. Существенным отличием используемых методов анализа является использование в составе производимых изделий готовых к применению реагентов и растворов. Именно такая лёгкость технологий является главной предпосылкой широкого внедрения портативного оборудования в различные связанные с необходимостью получения данных о составе проб воды и почвы практики, и в том числе учебные.

На протяжении многих лет и по сей день вода была и остаётся одним из самых актуальных объектов учебных исследований. Учащимся достаточно понятна необходимость и значимость такого рода исследований, так как загрязнённость воды как фактор экологической опасности широко известен. Однако при организации практических работ по оценке качества воды и почвенных вытяжек в ходе учебных практикумов следует различать оценку состава водной пробы по природным (естественным) компонентам, а также по являющимся чужеродными для природной воды, т. е. по таким, которые могут попадать в водные объекты в результате антропогенного загрязнения, при этом некоторые из таких соединений относят к ксенобиотикам.

В первом случае предметом оценки могут быть концентрации компонентов минерального состава воды (в первую очередь гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, карбонатов), солей общей жёсткости (кальция и магния), фос-

фатов, растворённого в воде кислорода, рН, органолептические показатели (мутность, прозрачность, цвет, запах). Для определения этих показателей ЗАО «Крисмас+» давно разработаны и успешно применяются тест-комплекты и полевые лаборатории НКВ-1, НКВ-2, «Растворённый кислород», «Фосфаты» и др.; для учебной работы применяются мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва».

Во втором случае предметом анализа являются такие компоненты, как кислотные и щелочные загрязнители, органические, а также неорганические соединения, попадающие в водоёмы в больших количествах практически исключительно со сточными водами (никель, медь, хроматы, активный хлор и др.). Имеющиеся в комплектах тест-системы для контроля загрязнений в воде позволяют быстро определить и в ряде случаев идентифицировать загрязнение. Тест-системы являются простыми в использовании сигнальными средствами контроля даже для слабо подготовленных учащихся. Работа с ними позволяет привлечь внимание учащихся к вопросам загрязнения водоёмов и экологической оценки качества воды. Тем не менее, проводя занятия с использованием тест-систем, обычно говорят не об определении степени чистоты воды, а об оценке уровня её загрязнённости.

Ещё одним интересным с точки зрения учебных экологических исследований объектом является почва. Её свойства аккумулировать и распространять различные привносимые в неё химические соединения делают почву важным в химико-экологическом отношении компонентом ландшафта.

Оценка экологического состояния почвы с помощью портативного оборудования предполагает тестирование образцов почвы по кислотности (определение рН солевой и водной вытяжке) и засолённости (определение хлоридов, сульфатов, карбонатов, общей жёсткости в водной вытяжке).

Главной задачей при проведении занятий по оценке состояния почвы с использованием предусмотренных в портативном оборудовании ЗАО «Крисмас+» технологий является не только количественных результатов, но и представления о почве как среде жизни, жизненно важных свойствах почвы, возможности и способах оценки этих свойств и формирование соответствующих практических аналитических и оценочных навыков.

Аналогично могут быть рассмотрены некоторые сведения о засолении почвы, его естественных типах, природных и антропогенных факторах его формирования и регулирования. Данные о содержании различных солей в почвенном растворе (водной вытяжке) и соответствующих типах засоления почвы приведены в приложении 5.

С помощью портативного оборудования реализуется не только упрощенная⁵, но и углублённая («Пчёлка-У/хим», «Пчёлка-У/почва»⁶) методика оценки показателей качества воды и состояния почвы.

Определённую сложность в более широком практическом внедрении технологий анализа воды и почвенных вытяжек в учебные химические практикумы ранее представляло отсутствие методического подхода к возможности и способам введения химико-экологической исследовательской практики учащихся в школьные курсы химии. Данный недостаток оказался преодолён (по крайней мере, частично) в результате изменений требований ФГОС⁷, к экологическому образованию, а именно, расширение экологического компонента в содержании школьных дисциплин естественно-научного цикла. Кроме того, получило развитие и активное применение в основном учебном процессе таких форм практико-ориентированных занятий, как проектные и исследовательские работы.

В результате разработки и серийного производства учебно-методического комплекта «Школьная химико-экологическая лаборатория» (ШХЭЛ) стало возможным проводить на её основе некоторые лабораторные и проектно-исследовательские работы по актуальной экологической тематике, решая экспериментальные исследовательские задачи в формате ученического химико-аналитического эксперимента.

Химико-экологический практикум нами рассматривается как единство методики обучения, дидактического наполнения и технологии выполнения практических работ, включая специальные и типовые средства их оснащения. Организация практикума в таком трактовании позволяет реализовать многие важные цели и задачи обучения, нацеленные на развитие у учащихся навыков экспериментальной исследовательской проектной деятельности, которая может быть реализована в рамках образовательных программ школьного общего и дополнительного образования. В настоящем разделе мы приводим обзор оборудования производства ЗАО «Крисмас+», предназначенного для применения в учебной работе химико-экологической направленности с учащимися школ, СПО и учреждений дополнительного образования детей.

⁵ Например, см.: Экологический практикум: учеб. пособие с комплектом картинок-инструкций.

⁶ Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

⁷ ФГОС Среднее общее образование.

2.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКТ «ШКОЛЬНАЯ ПОРТАТИВНАЯ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ» (ШХЭЛ)

2.2.1. Общие сведения.

Назначение и области применения изделия

Школьная портативная химико-экологическая лаборатория ШХЭЛ (далее — изделие, лаборатория, класс-комплект) является оригинальным учебно-методическим комплектом, разработанным специально для целей и задач химико-экологического практикума учащихся 8–11 классов под зарегистрированной товарной маркой «Крисмас» (свидетельства № 404860, 570418).

Изделие ШХЭЛ предназначено для применения в условиях системы образования при работе с учащимися 8–11 классов в учреждениях общего, среднего специального, профессионального и дополнительного образования, реализующих образовательные программы по химии (в том числе с углублённым изучением), экологии, биологии, технологии.

Применение изделия при работе с учащимися 8–11 классов предусматривается в условиях их урочной и внеурочной деятельности. Может быть использовано для лабораторно-демонстрационной и экспериментальной проектно-исследовательской деятельности учащихся, при проведении практических работ и решении экспериментальных исследовательских задач.

Изделие ШХЭЛ в составляющих его частях приведено на рис. 1. Представляет собой совокупность изделий и модулей, каждый из которых включает специально подобранные готовые к применению реагенты, тест-системы, портативные средства дозирования проб, мерную пластмассовую и стеклянную посуду и др., размещённые в упаковке для учителя и в наборах для учащихся. Помимо этого, изделие содержит комплект документации: методическое руководство (настоящее пособие-практикум), дидактико-методические руководства для учащихся, руководства по сопряжённой тематике исследований, паспорта на изделие в целом и его обособленные составные части, сертификаты и др.

Класс-комплект позволяет актуализировать и обобщать знания о свойствах неорганических и органических химических соединений, способах их идентификации, выполнять качественные, полуколичественные и количественные определения применительно к разнообразной экологической тематике, связанной с исследованием показателей качества проб воды и водных почвенных вытяжек органолептическими, химическими и инструментальными методами.

Состав изделия позволяет применять его в целом и составляющие его модули, и обособленные составные части по отдельности в условиях учебной школьной лаборатории, класса химии, а также в полевых (внешкольных, вне-лабораторных) условиях.



I, а



I, б

Рисунок 1. Учебно-методический комплект «Школьная химико-экологическая лаборатория ШХЭЛ»: I — укладка-лаборатория учителя ШХЭЛ (а — в сложенном виде, б — в раскрытом развёрнутом виде) (продолжение на с. 17).



II, в



II, г



II, д



III, е



III, ж

Продолжение рис. 1. Учебно-методический комплект «Школьная химико-экологическая лаборатория ШХЭЛ»:

II — набор учащегося для химико-экологического практикума (ШХЭЛ)
 (в — в закрытом виде, г — в открытом виде, д — посуда и принадлежности);
 III — учебно-методические пособия (е — для учителя, ж — для учащегося)

2.2.2. Технические данные и характеристики

Функциональные показатели. Лаборатория ШХЭЛ обеспечивает выполнение экспериментальных исследовательских задач по определению показателей, предусмотренных настоящим практикумом, с характеристиками согласно табл. 1.

Таблица 1 — Определяемые показатели, методы анализа водных проб и характеристики при выполнении экспериментальных задач с применением лаборатории ШХЭЛ

Сокращения в таблице: ВК — визуально-колориметрический; ТМ — титриметрический.

Определяемый показатель	Диапазон определяемой концентрации	Объём пробы, мл	Анализ почвенных вытяжек (+/–)	Рекомендованный класс обучения
Аммоний (NH_4^+) (азот аммонийный)	0–1,0–2,6–5,0–7,0 мг/л (ВК)	5	–	9
Белок	Качественно	1	–	10
Водородный показатель (рН)	4,5–5,0–5,5–6,0–6,5–7,0–7,5–8,0–8,5–9,0–10,0–11,0 ед. рН (ВК)	5	+	8
Гидрокарбонат (HCO_3^-)	30–1200 мг/л (ТМ)	10	+	9
Железо общее (сумма Fe^{2+} и Fe^{3+})	0–0,1–0,3–0,7–1,0–1,5 мг/л (ВК)	10	–	9
Жёсткость общая (сумма эквивалентов катионов Ca^{2+} и Mg^{2+})	0,5–10 °Ж (ммоль/л экв.) (ТМ)	10–250	+	9
Карбонат (CO_3^{2-})	30–1200 мг/л (ТМ)	10	+	9
Кислород растворённый	1,0–15,0 мг/л (ТМ)	100–200	–	11
Кислотность (общая и свободная)	2–100 ммоль/л (ТМ)	50	–	11
Марганец	0–0,5–1,0–3,0–5,0–10 мг/л (ВК)	10	–	11
Никель (Ni^{2+})	0–0,2–0,5–1,0–2,0 мг/л (ВК)	5	–	11

Определяемый показатель	Диапазон определяемой концентрации	Объём пробы, мл	Анализ почвенных вытяжек (+/-)	Рекомендованный класс обучения
Нитрат (NO_3^-)	0–5,0–15–45–90 мг/л (ВК)	3	+	9
Нитрит (NO_2^-)	0–0,02–0,1–0,5–2,0 мг/л (ВК)	5	–	10
Поверхностно-активные вещества анионоактивные (ПАВ-А)	0–0,5–1,0–2,0–5,0 мг/л (ВК)	10	–	10
Сульфат (SO_4^{2-})	30–300 мг/л и более (ТМ)	2,5	+	9
Углеводы (крахмал)	Качественно	3	–	10
Фосфаты (ортофосфаты), мг/л (суммарная концентрация ионов H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} и H_3PO_4)	0–0,5–1,0–3,5–7,0 мг/л (ВК)	10	–	11
Хлорид (Cl^-)	10–1200 мг/л (ТМ)	1–50	+	11
Цвет	Качественно	10	–	8
Цветность	0–30–100–300–1000 град. цветности (ВК, плёночная шкала)	12–50	–	8

Удобство и портативность при выполнении анализов обеспечиваются: применением реагентов оптимизированного состава для их упрощённой и ускоренной дозировки; минимизацией объёма проб воды для анализа; использованием современных удобных принадлежностей, посуды (в том числе средств дозировки растворов и проб), оборудования.

Используемые методы являются унифицированными, согласуются с действующими нормативными документами и профессиональными руководствами по анализу воды. По отдельным показателям методы пригодны для анализа морской воды и почвенных вытяжек незагрязнённых почв, а также сточных вод.

Используемые методы (см. табл. 1): титриметрический, колориметрический, визуальный, органолептический, расчётный.

Расчётными методами с использованием результатов анализов, полученных экспериментально (в таблице не указаны) определяются: карбонатная жесткость (сумма ионов CO_3^{2-} и HCO_3^-), магний (Mg^{2+}), натрий и калий ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$), сухой остаток.

Характеристики водных почвенных вытяжек определяются посредством их анализа с помощью методов, используемых для анализа соответствующих компонентов в воде (для отдельных показателей, см. табл. 1).

Рабочие параметры применения лаборатории: температура анализируемой пробы — от 10 °С до 35 °С; температура и относительная влажность атмосферного воздуха, а также атмосферное давление не регламентируются.

Ресурс при определениях. Имеющиеся в лаборатории расходуемые материалы (реагенты, растворы и др.) позволяют выполнить не менее 100 определений каждого показателя. Ресурс лаборатории восполняется комплектом пополнения расходуемых материалов (КП ШХЭЛ).

Для замены израсходованных либо утративших работоспособность химических реагентов и растворов из состава лаборатории поставляется комплект пополнения в расчёте на 100 определений по каждому определяемому показателю. Комплект пополнения уложен отдельно от изделия и в его состав не входит. Масса комплекта пополнения — не более 5 кг.

Срок годности изделия и составляющих его состав реагентов (растворов).

Срок годности изделия указан в паспорте на класс-комплект ШХЭЛ и определяется работоспособностью входящих в состав изделия и его составных частей реагентов, растворов, тест-систем, индикаторных бумаг и т. п., сроки годности которых, как правило, составляют не менее 1–2 лет при соблюдении условий хранения реагентов (растворов) и рекомендаций по приготовлению растворов с ограниченным сроком годности. Растворы с ограниченным сроком годности предусмотрено приготавливать потребителем самостоятельно (технологии приготовления описаны в настоящем практикуме) из имеющихся готовых компонентов.

Следует иметь в виду, что срок годности реагента (раствора, тест-системы, индикаторной бумаги) находится в зависимости от температуры хранения и транспортирования; кроме того, работоспособность реагента (раствора) может ухудшиться в результате его загрязнения в ходе некорректного выполнения опыта. В случае сомнений в работоспособности реагента (раствора) либо при формальном истечении срока годности работоспособность реагента должна быть проверена компетентным специалистом путём выполнения контрольного опыта. Убедившись в работоспособности реагента (рас-

твора), потребитель может продолжить использование его неизрасходованной части.



Рекомендуется проводить проверку пригодности входящих в состав модулей реагентов и растворов к выполнению экспериментальных задач перед началом работы с ними или заблаговременно (за несколько дней до работы). Данная проверка должна проводиться компетентным специалистом — учителем или лаборантом.

Условием, ограничивающим применение реагентов и растворов, является их хранение при температурах, вызывающих замерзание, или выше плюс 35 °С.

Примечание. Сроки годности реагентов, растворов и материалов могут значительно уменьшаться при хранении при повышенной температуре.

Габаритные размеры и масса лаборатории, а также модулей, входящих в модификации изделия, приведены в табл. 3.

Лаборатория содержит драгоценные металлы (2,0 г в пересчёте на серебро, в составе химических солей). Лаборатория не является электропотребляющим оборудованием.

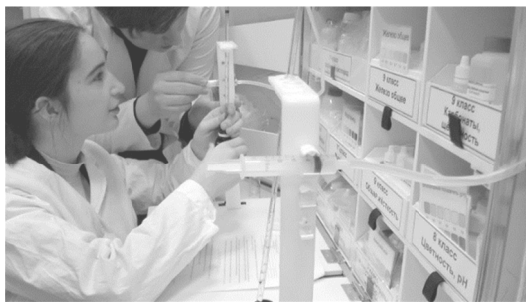
Требуемая точность выполнения анализа обеспечивается применением изделия в соответствии с рекомендуемой производителем методикой, использованием работоспособных реагентов (растворов), а также соблюдением правильности операций подготовки и выполнения определения.

2.2.3. Устройство и состав класс-комплекта ШХЭЛ

Конструкция и укладка изделия. Изделие — класс-комплект ШХЭЛ включает несколько составных частей (приведены ниже в табл. 2).

Укладка-лаборатория учителя с размещёнными в ней секционными модулями обеспечивает процесс исследования проб по разным показателям и параллелям обучения.

Укладка-лаборатория учителя (рис. 1, I) является основным изделием класс-комплекта ШХЭЛ и представляет собой совокупность секционных модулей и необходимого вспомогательного оборудования, размещённых с методическим обеспечением и сопроводительной документацией в многосекционной настольной укладке типа кейс-бокс, которая при развёртывании образует удобное рабочее место оператора и позволяет эффективно работать с лабораторией нескольким учащимся одновременно.



Модули, размещённые в укладке-лаборатории, обеспечивают процесс исследования проб по разным показателям и легко разворачиваются и применяются в условиях лаборатории (кабинета) либо (при необходимости) в полевых условиях. Укладка имеет жёсткий водозащищённый корпус с распашными дверцами и откидывающимися столиками (рабочим местом) и оборудована замками-застёжками, ручками для переноски. Пипетки и другая посуда, а также документация размещена в соответствующих секциях.

Каждый секционный модуль в укладке-лаборатории учителя имеет название соответствующего показателя и включает всё необходимое для выполнения данной практической работы. Расположение модульных секций приведено на рис. 2 и в табл. 2.

Комплекующие лабораторию склянки с реагентами и растворами, посуда, оборудование и другие средства оснащения размещены в водостойких ложементках, легко извлекаемых из укладки и размещаемых оператором на откидывающихся столиках.



Укладка укомплектована стойками-штативами: две для титрования и одна — для размещения цилиндра при определении мутности. Стойки устанавливаются в петлю на нижней части столика, образуя удобное рабочее место оператора с лёгким доступом к комплекующим элементам и посуде. Для удобства работы с градуированными пипетками предусмотрено использование установок для титрования с гибкими соединениями пипеток со шприцами-дозаторами, закреплёнными в стойках-штативах.

Основное изделие (укладка-лаборатория учителя) дополняется модулями, предусмотренными в заказанной модификации (приведены ниже в табл. 3). Средства дополнительной комплектации уложены отдельно от укладки-лаборатории учителя.



Рисунок 2. Секционные модули в общем виде укладки-лаборатории учителя ШХЭЛ
Примечание. Производителем могут быть внесены отдельные изменения.

Таблица 2 — Схема расположение секционных модулей в упаковке-лаборатории учителя ШХЭЛ

Дверца левая

Ячейки укладки

Дверца правая

<i>Методические пособия, документация</i>	10 класс ПАВ-А		10 класс Белки, углеводы	8 класс Цветность, pH	8 класс Мутность Прозрачность
	11 класс Растворённый кислород		9 класс Железо общее	9 класс Карбонаты, щёлочность	
<i>Набор реактивов для приготовления модельных растворов</i>	11 класс Фосфаты	11 класс Никель	9 класс Общая жёсткость	9 класс Аммоний, нитраты 11 класс Нитриты	<i>Общее оборудование (посуда, штативы для титрования и др.)</i>
<i>Дополнительное оборудование (принадлежности, инструменты и др.)</i>	11 класс Хлориды	11 класс Марганец	11 класс Кислотность	9 класс Сульфаты	

Набор учащегося для химико-экологического практикума ШХЭЛ (см. рис. 1, II) представляет собой простую укладку контейнерного типа с ложементом и содержит необходимые при практических работах принадлежности и посуду, а также учебные пособия для учащегося и сопроводительную документацию. Один набор учащегося рассчитан на одновременную работу 2–4 учащихся.

Состав класс-комплекта ШХЭЛ

Состав класс-комплекта лаборатории ШХЭЛ в базовой комплектации приведён в табл. 3.

Таблица 3 — Наименование, габаритные размеры и масса класс-комплекта ШХЭЛ

№ заказа / артикул	Наименование изделия	Характеристика укладки* (кол-во, габариты, масса)
8.600	Школьная портативная химико-экологическая лаборатория ШХЭЛ (учебно-методический комплект, класс-комплект), базовая комплектация (1 + 1), 20 показателей	1 шт. — 8.600.1, 1 шт. — 8.600.2, масса — не более 28 кг
8.600.1	Настольная укладка-лаборатория учителя ШХЭЛ	1 шт. — 750 × 600 × 260 мм, настольная укладка в ящике «кейс-бокс», масса — не более 25 кг
8.600.2	Набор учащегося для химико-экологического практикума	1 шт. — 320 × 170 × 130 мм, в коробке из гофрокартона), масса — не более 3 кг
8.601	Школьная портативная химико-экологическая лаборатория ШХЭЛ (учебно-методический комплект, класс-комплект), полная комплектация (1 + 14), 20 показателей	1 шт. — 8.600.1, 14 шт. — 8.600.2, масса — не более 67 кг
Дополнительно в состав поставки могут включаться**:		
	Комплект пополнения реагентов, растворов (КП ШХЭЛ)	1 шт. — 420 × 220 × 190 мм, масса — не более 5 кг
	pH-метр типа pH-410	1 шт. — 250 × 275 × 90 мм, масса 0,75 кг, в упаковке производителя
	Кондуктометр DIST2	1 шт. — 215 × 30 × 55 мм, масса 0,15 кг, в упаковке производителя

№ заказа / артикул	Наименование изделия	Характеристика укладки* (кол-во, габариты, масса)
6.195	Тест-комплект «Двуокись углерода свободная»	1 шт. — 420 × 220 × 190 мм, масса 4,0 кг, в упаковке контейнерного типа
6.191	Тест-комплект «Медь»	1 шт. — 180 × 180 × 140 мм, масса 0,8 кг, в коробке из гофрокартона
3.300	Набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К»	1 шт. — 450 × 255 × 270 мм, масса 2 кг, в упаковке контейнерного типа

* Данные приведены ориентировочно.

** В состав изделия могут входить другие тест-комплекты, а также тест-системы для анализа воды и водных сред, индикаторные трубки для анализа воздуха (в состав изделия ШХЭЛ не входят).

Комплектность укладки-лаборатории учителя ШХЭЛ

В состав укладки-лаборатории учителя входят секционные модули «Мутность/Прозрачность», «Цветность, рН», «Карбонаты, щёлочность», «Общая жёсткость», «Сульфаты», «Белки, углеводы», «Железо общее», «Аммоний, нитраты, нитриты», «Хлориды», «ПАВ-А», «Растворённый кислород», «Фосфаты», «Никель», «Марганец», «Кислотность». В состав укладки-лаборатории учителя входят (укрупнённо, подробнее см. в паспорте на изделие):

- готовые к применению аналитические реагенты и растворы: индикаторы, реагенты, буферные смеси, соли, капсулированные химикаты, стандартные образцы;
- средства дозирования реагентов и растворов: колбы мерные, мерные склянки, пипетки мерные и капельные, пипетки полимерные, цилиндр мерный, шприц-дозатор и др.;
- материалы и принадлежности: бумага индикаторная и фильтровальная, термометр, стойка-штатив для титрования, штатив для пипеток/пробирок, трубка гибкая, шпатель, мерные ложки;
- посуда стеклянная: воронки фильтровальные, колбы конические, палочки стеклянные, склянки кислородные, пробирки и склянки колориметрические, стаканчики, цилиндр для определения прозрачности и др.;
- контрольные шкалы и образцы для визуального колориметрирования и титрования, водозащищенные: «Аммоний», «Железо», «Мутность и прозрачность» (образец шрифта), «Нитрат-ион», «Нитрит-ион», «рН», «Фосфат-ион», «Цветность» и др.;
- средства защиты: защитные перчатки, защитные очки;

- необходимые сухие реагенты в навесках, позволяющие учителю/лаборанту самостоятельно приготовить растворы по истечении их срока годности.
- комплект методических пособий и сопроводительной документации (см. табл. 4), паспорт на лабораторию, паспорта на приборы (при наличии) и др.

Состав набора учащегося для химико-экологического практикума из состава класс-комплекта ШХЭЛ

Набор учащегося для химико-экологического практикума размещается в контейнере с ручкой для переноски (габаритные размеры 320 × 170 × 130, масса не более 3 кг).

В состав набора учащегося входят (укрупнённо, подробнее см. в паспорте на набор):

- материалы и принадлежности — бумага индикаторная и фильтровальная, термометр, стойка-штатив для титрования, штатив для пипеток/пробирок, трубка гибкая, шпатель, мерные ложки;
- посуда пластмассовая и стеклянная — воронки, колбы конические, палочки стеклянные, склянки для проб «Растворённый кислород», пробирки и склянки колориметрические, стаканы, цилиндр мерный и др.;
- средства защиты — защитные перчатки, защитные очки;
- комплект методических и дидактических материалов и сопроводительной документации — пособия для учащихся 8–11 кл. (см. табл. 4, Б), паспорт.

Состав методического обеспечения класс-комплекта ШХЭЛ

Состав методического обеспечения класс-комплекта ШХЭЛ приведён в табл. 4.

Таблица 4 — Состав методического обеспечения класс-комплекта ШХЭЛ

Наименование	Кол-во
А. Пособия в составе укладки-лаборатории учителя	
1. Химико-экологический практикум с применением портативного оборудования (8–11 кл.). Методическое пособие для учителя (настоящий практикум)	2 экз.
2. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки	1 экз.
3. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство	1 экз.
4. Химический анализ почвы. Руководство по применению портативных лабораторий и тест-комплектов	1 экз.
5. Практикум по оценке качества и безопасности пищевых продуктов	1 экз.

Наименование	Кол-во
6. Контрольные измерительные материалы для оценки эффективности обучения	1 компл.
7. Комплект файлов пособий, информационных и справочных материалов на съёмном носителе	1 экз.
Б. Пособия в составе набора учащегося для химико-экологического практикума ШХЭЛ	
1. 8 класс. Техника химического эксперимента. Учебное пособие для учащихся	1 экз.
2. 9 класс. Основы прикладной химии. Учебное пособие для учащихся	1 экз.
3. 10 класс. Теоретические основы количественного анализа. Учебное пособие для учащихся	1 экз.
4. 11 класс. Физико-химические методы анализа. Метод колориметрии. Метод потенциометрии. Учебное пособие для учащихся	1 экз.

Примечание. Состав пособий может быть изменён без ухудшения методико-дидактических показателей.

По согласованию с потребителем состав поставляемых модификаций может быть расширен дополнительным оборудованием — магнитной мешалкой с подогревом, тест-комплектами, тест-системами, приборами контроля воды, специальными принадлежностями и т. п.

Производитель оставляет за собой право принципиальных изменений и улучшений продукции без ухудшения методических и эксплуатационных характеристик продукции.

2.2.4. Учебный потенциал и методические особенности изделия

Учебно-методический комплект ШХЭЛ и составляющие его изделия согласуются с требованиями действующих ФГОС основной и средней школы при реализации примерных образовательных программ по химии базового и углублённого уровня, элективных естественно-научных образовательных курсов, интегративных и межпредметных образовательных программ внеурочной деятельности. Основными особенностями оборудования, входящего в состав лаборатории, являются: технологическая направленность обучения; универсальность при сохранении его специализации; простота и лёгкость в обращении; полнота и доступность средств оснащения и методико-дидактического обеспечения.

Технологическая направленность в обучении с применением изделия состоит в формировании у учащихся исследовательской компетенции, проектного и технологического мышления. Использование учебного потенциала ШХЭЛ в настоящем практикуме отражает современные тенденции в развитии и стандартизации обучения, в осуществлении химической и экологической предпрофильной и профессиональной подготовки, способствует профессиональной ориентации учащихся на дальнейшее инженерное, политехническое, химико-технологическое и экологическое образование.

Специализация изделия состоит в направленности на исследование проб воды и водных почвенных вытяжек как наиболее встречающихся на практике экологических задач. При этом лаборатория ШХЭЛ характеризуется универсальностью применения, так как позволяет организовывать и проводить демонстрационные и практические работы в параллелях 8–11 классов в рамках урочной и внеурочной деятельности, применяя форматы фронтальной, групповой и индивидуальной работы. Предлагаемый перечень методик определений по 18 показателям позволяет перевести практические работы в разряд учебно-научных исследований и проектно-исследовательских работ, решать экспериментальные исследовательские задачи на образцах модельных и реальных объектов окружающей среды. Применение проверенных и надёжных экспресс-методов анализа проб воды и водных почвенных вытяжек позволяет реализовать практико-ориентированный и деятельностный подход в химическом и химико-экологическом образовании учащихся 8–11 классов. Немаловажно также, что в зависимости от реализуемых учебных программ, степени подготовленности учащихся и уровня их обучения с применением модулей ШХЭЛ возможно проводить занятия, включающие практические работы разного уровня сложности.

Простота и лёгкость в обращении. С точки зрения применения лаборатории к решению широкого спектра дидактических задач она является так называемым готовым решением для педагогов школ и учреждений дополнительного образования детей. С лабораторией может работать педагог, не имеющий химико-аналитической подготовки. Это возможно благодаря подробному изложению в прилагаемых иллюстрированных методических пособиях и руководствах химико-экологических сведений и методических операций, необходимых для работы. Таким образом, в распоряжении педагога имеются подробные описания методических особенностей работы, операций отбора и подготовки проб, пошаговых алгоритмов выполнения определений, способов интерпретации результатов. В методических пособиях предложены контрольные вопросы для учащихся, темы проектно-исследовательских работ, разнообразная справочная информация.

Доступность средств оснащения позволяет легко восполнять с учётом потребностей заказчика израсходованные либо утратившие годность реагенты и растворы путём заказа комплектов пополнения. Возможность дополнительного и вариантного комплектования изделия ШХЭЛ позволяет учитывать индивидуальные потребности заказывающей организации, что выражается в возможности его оснащения в вариантах:

- базового класс-комплекта (укладка-лаборатория учителя и один набор учащегося) для работы с малочисленными группами учащихся (2–4 человека), а также в порядке индивидуальной работы учащихся (что возможно по решению педагога);
- полного класс-комплекта (укладка-лаборатория учителя и несколько наборов учащегося) для работы в режиме регулярного учебного процесса;
- дополненной комплектации (укладка-лаборатория учителя, один или несколько наборов учащегося, дополнительные приборы и технические средства, например, фотоколориметр) для углублённой предпрофильной и профильной химико-экологической подготовки учащихся.

Доступность методико-дидактического обеспечения характеризуется возможностью получения актуальных версий пособий, руководств и справочных материалов в почтовой рассылке либо на интернет-сайте производителя (ЗАО «Крисмас+»). Это особенно актуально при обновлении методического обеспечения и химико-аналитических рецептов в условиях многолетнего применения оборудования.

Особенности организации работы с применением класс-комплекта ШХЭЛ

При организации работы с применением класс-комплекта ШХЭЛ следует иметь в виду факторы, касающиеся подготовленности педагога, а также состояния оборудования.

Класс-комплект ШХЭЛ применяется с использованием учебно-материальной базы школьного кабинета независимо от наличия или отсутствия помещения школьной лаборатории. Ознакомление педагога с изделием и порядком его применения может проводиться (рекомендуется) в форме стажировки на базе Учебного центра производителя — ЗАО «Крисмас+».

Экспериментальная исследовательская работа при выполнении всех задач организуется и выполняется под руководством компетентного педагога, имеющего базовые компетенции в области химического анализа. Для практических работ учащимся раздаются карты-инструкции, подготовленные заблаговременно на основе имеющихся в составе ШХЭЛ интерактивных материалов. При этом выполнение анализа проводится по детально описанным в

прилагаемом пособии-руководстве методикам с использованием имеющихся в составе изделия ШХЭЛ необходимых средств оснащения и готовых к применению реагентов и других расходуемых материалов.

Технические решения и методы химического анализа, используемые при эксплуатации комплектующих лаборатории, являются унифицированными и широко применяются в других изделиях учебного назначения производства ЗАО «Крисмас+». Лаборатория оснащена готовыми к применению реагентами, что позволяет экономить время педагога и (или) лаборанта при подготовке рабочих мест учащихся к проведению практических работ. Также удобство и портативность при выполнении анализов обеспечиваются: применением реагентов оптимизированного состава для их упрощённой и ускоренной дозировки; минимизацией проб воды для анализа; использованием современных удобных принадлежностей, посуды (в том числе средств дозировки растворов и проб), оборудования. При этом унификация и стандартизация при анализе достигаются за счёт использования технологий анализа (методов, реагентных систем, операций, оснащения), которые являются типовыми для большинства действующих нормативных документов и профессиональных руководств.

В ходе практических работ с применением оборудования из состава лаборатории учащиеся могут проводить исследования как на модельных растворах (в состав лаборатории входят необходимые реагенты для их подготовки), так и на реальных образцах воды и водных сред. При этом практические работы подобраны таким образом, что необходимые для их проведения модельные растворы и пробы реальных образцов имеют достаточный срок хранения для того, чтобы исследуемый образец мог использоваться один на все классы одной параллели.

В качестве реальных образцов воды и водных сред могут быть использованы: пробы атмосферных осадков (дождевой воды, талого снега), пробы обычной водопроводной или бутилированной минеральной воды, пробы воды из поверхностных природных источников (рек, ручьёв, озёр), водные почвенные вытяжки. По отдельным показателям ШХЭЛ позволяет проводить анализ сточных вод и морской воды. Однако проводить исследование реальных образцов рекомендуется во время внеурочных занятий или в ходе работы учащихся над индивидуальными и (или) групповыми проектами.

Следует отметить наличие в составе класс-комплекта ШХЭЛ наборов учащихся с пособиями, что значительно упрощает организацию и проведение практикума (подробнее о методике применения класс-комплекта ШХЭЛ см. в разделе 4).

2.3. МИНИ-ЭКСПРЕСС-ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ «ПЧЁЛКА-У»

Подробная информация о мини-экспресс-лабораториях «Пчёлка-У» приведена в прилагаемом к изделиям руководству и методических пособиях⁸. Ниже приведена краткая информация об этих изделиях, имеющих на данный момент наибольшее применение в учебном химико-экологическом практикуме.

2.3.1. Назначение и области применения

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» — портативные комплектные лаборатории, представляющие собой учебно-методические комплекты, включающие простейшие индикаторные средства, расходные материалы, принадлежности и приспособления для ознакомления с экспресс-контролем окружающей среды, комплект методических пособий, а также сопроводительную документацию.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» предназначены для использования при работе с детьми школьного возраста в ходе учебных экологических исследований, экологического практикума, при выполнении проектно-исследовательских работ, охватывая возможности вовлечения учащихся в разностороннюю практическую экологическую исследовательскую деятельность в курсах экологии, химии, биологии, ОБЖ, технологии, географии, спецкурсах/факультативах, а также во внешкольной работе.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» в разных модификациях применяются для полевых и лабораторных экологических (химико-экологических, биолого-экологических и т. п.) ученических исследований и практикумов, а также демонстрационных экспериментов по экологии, химии, биологии, географии, ОБЖ, в соответствующих профильных курсах в системах общего среднего, профессионального и дополнительного образования.

Позволяют проводить эксперимент в различных формах организации работ учащихся: фронтальной, индивидуальной и групповой. Местом проведения работ могут быть как школьный кабинет, так и учебная лаборатория, полевые условия.

Изделия ориентированы на учащихся средних и специализированных школ, учреждений дополнительного образования, среднетехнических учебных

⁸ Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ... ; Экологический практикум: учебное пособие с комплектом карт-инструкций.

заведений, студентов вузов. Мини-экспресс-лаборатории рассчитаны на применение в учебном процессе начиная с 9 класса общеобразовательной школы, хотя по некоторым темам они могут быть использованы в 8 и даже в 7 классе.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» включены в перечни оборудования, рекомендованного для школьных кабинетов химии, биологии, экологии, географии, ОБЖ и для внешкольного/дополнительного образования.

Некоторые модификации мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» позволяют решать задачи качественного анализа и идентификации, а также полуколичественного и количественного анализа химических соединений техногенного и природного происхождения в воде, почвенных вытяжках, воздухе, продуктах питания. В данном отношении наиболее интересными модификациями мини-экспресс-лаборатории для применения в химико-экологическом практикуме являются «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва»⁹.

«Пчёлка-У/хим» — модификация, предназначенная для занятий химико-экологической направленности среднего и повышенного уровня сложности, для организации лабораторного эксперимента, проектно-исследовательских работ, предполагающих выполнение экспериментальных исследовательских заданий.

«Пчёлка-У/почва» — модификация, во многом аналогичная «Пчёлка-У/хим», однако предназначенная для исследований химико-экологической оценки состояния почвы среднего и повышенного уровня сложности, с направленностью на вопросы почвоведения, агрохимии и агрономии, для организации лабораторного эксперимента, лабораторных и практических занятий, организации проектно-исследовательской работы в школьной и внешкольной работе.

Изделия данных модификаций приведены на рис. 3.

«Пчёлка-У» — базовый вариант мини-экспресс-лаборатории, включающий широкий круг средств контроля окружающей среды для выполнения простых химико-экологических анализов. Рассчитан на проведение практических работ ознакомительного (начального), среднего и повышенного уровней. Изделием данной модификации, помимо непосредственных поставок потребителям, укомплектовываются модульные лаборатории — такие как «Типовой комплект контрольного оборудования для лаборатории «Безопасность жизнедеятельности и экология» (БЖЭ), многофункциональная лаборатория «Я эколог» и др. Лаборатория «Пчёлка-У» не содержит готовых аналитических растворов, однако содержит подборку индикаторных трубок совместно с аспиратором для определения химических веществ в воздухе, а так-

⁹ Подробнее см.: Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

же комплект тест-систем и принадлежностей для анализа воды и водных сред. Данное изделие мы также относим к оборудованию, полезному при организации и проведении химико-экологического практикума.



Рисунок 3. Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»:
а, б — изделия в модификациях «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва»,
в — вид изделий в закрытом контейнере

Большой опыт применения изделий «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва» и других модификаций накоплен в образовательных учреждениях России на практических занятиях по экологии, химии с элементами экологии (изучение химического состава воды и воздуха), ОБЖ (оценка факторов химической опасности и АХОВ¹⁰). Изделия применяются на специализированных интегрированных и элективных курсах при гидрохимических исследованиях, оценке экологического состояния почвы (по кислотности, степени засоленности и др.), исследовании антропогенного загрязнения воздуха автотранспортом, при гидробиологических исследованиях и т. п.¹¹

Изделия «Пчёлка-У» всех модификаций не подлежат обязательным санитарно-эпидемиологической экспертизе и декларированию соответствия.

¹⁰ АХОВ — аварийное химически опасное вещество (см. Словарь терминов).

¹¹ <https://u-center.info/>.

2.3.2. Технические данные изделий

Функциональные показатели. Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» основных модификаций обеспечивают выполнение экспериментальных исследовательских задач по определению показателей, предусмотренных настоящим практикумом, с характеристиками согласно табл. 5.

Таблица 5 — Определяемые показатели, методы анализа водных проб и характеристики при использовании в химико-экологическом практикуме мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У»

Объект исследований	Применяемые экспресс-средства	Анализируемые соединения/загрязнители		
		«Пчёлка-У/хим»	«Пчёлка-У/почва»	«Пчёлка-У»
1 Воздух, модельные химические загрязнения воздуха	Индикаторные трубки, совместно с аспиратором	CO ₂ , SO ₂ , O ₂	Не выполняется	CO ₂ , SO ₂ , NO ₂
	Тест-система «Аммиак»	NH ₃		NH ₃
2 Вода, модельные химические загрязнения воды	Тест-системы	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH
	Тестовые и аналитические растворы	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , общая жёсткость, pH	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , общая жёсткость, pH	Не выполняется
3 Почвенные вытяжки, модельные химические загрязнения почвы	Тест-системы	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)
	Тестовые и аналитические растворы	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , pH (кислотность, засоленность почв, содержание солей Ca и Mg по общей жёсткости в почвенной вытяжке)	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , pH (кислотность, засоленность почв, содержание солей Ca и Mg по общей жёсткости в почвенной вытяжке)	Не выполняется

Объект исследований	Применяемые экспресс-средства	Анализируемые соединения/загрязнители		
		«Пчёлка-У/хим»	«Пчёлка-У/почва»	«Пчёлка-У»
4 Соли и сыпучие среды (удобрения, АХОВ, соли неизвестного происхождения и др.)	Тест-системы	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH
	Тестовые и аналитические растворы	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	Не выполняется
5 Овощи, фрукты, соки	Тест-система «Нитрат-тест»	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻

Данные о показателях при количественном анализе воды и водных вытяжек с применением мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва» приведены в табл. 6.

Таблица 6 — Основные характеристики мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва» при количественном химическом анализе

Определяемые компоненты	Диапазон определяемых концентраций*	Используемые методы
Карбонаты и гидрокарбонаты (CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻), в воде и почвенной вытяжке	30 мг/л и более	Титриметрический
Общая жёсткость, сумма Ca ²⁺ и Mg ²⁺	3,5–10 °Ж (ммоль/л экв.)	Титриметрический
pH (водородный показатель) -lg[H ⁺], в воде и почвенной вытяжке	4,5–11,0	Визуально-колориметрический
Сульфаты (SO ₄ ²⁻), в воде и почвенной вытяжке	30 мг/л и более	Титриметрический
Хлориды (Cl ⁻), в воде и почвенной вытяжке	10 мг/л и более	Титриметрический

* Диапазон определяемых концентраций приведён ориентировочно и может быть расширен посредством разбавления (упаривания) анализируемых проб.

Подробнее о технических характеристиках и составе мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва», а также о методике учебного применения по направлениям учебных экологических исследований см. в руководстве¹².

2.3.3. Характеристика учебного применения мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У» в химико-экологическом практикуме

Характеристика учебного применения изделий «Пчёлка-У» в модификациях «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва» во многом близка приведённым сведениям для класс-комплекта ШХЭЛ (см. п. 2.1.2). При этом следует учитывать различие в функциональных возможностях этих изделий (у последнего

существенно шире спектр определяемых показателей, см. табл. 1 и 5), а также методические особенности изделия ШХЭЛ, которое является класс-комплектom и включает в числе других средств оснащения также наборы для химико-экологического практикума учащихся (см. п. 2.1.4).

Методы количественного гидрохимического анализа воды и водных почвенных вытяжек с помощью аналитических реагентов, растворов и принадлежностей основаны на химических реакциях определяемых компонентов в воде (водной вытяжке) с реагентами, содержащимися в аналитических растворах из состава мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У/хим» (рис. 4). Готовые аналитические растворы имеют специально подобранный химический состав, а их добавление к анализируемой пробе проводится с использованием мерной химической посуды (полимерной либо стеклянной). Анализ водных растворов и вытяжек выполняется полевыми методами, позволяющими количественно определять химический состав пробы непосредственно у водного объекта, в полевых условиях.



Рисунок 4. Принадлежности для количественного гидрохимического анализа из состава мини-лаборатории «Пчёлка-У/хим»

¹² Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

2.4. ТЕСТ-КОМПЛЕКТЫ И ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВОДЫ И ВОДНЫХ ПОЧВЕННЫХ ВЫТЯЖЕК

Тест-комплекты представляют собой портативные комплекты для выполнения количественного или полуколичественного химического экспресс-анализа (воды, почвенной вытяжки) на содержание одного вещества (группы однородных веществ) в полевых, лабораторных или производственных условиях. Представляют собой компактно уложенную в контейнер-укладку подборку готовых расходных материалов на 50–100 анализов, принадлежностей, оборудования и документации. В состав тест-комплекта входит всё необходимое для выполнения анализа: растворы реагентов и индикаторов, тест-системы, буферные растворы, капсулированные химикаты, посуда для отбора и дозирования проб (мерные склянки и пипетки, пипетки полимерные, пробирки, склянки для хранения экстрактов), принадлежности, иллюстрированное руководство с методикой выполнения анализа. Тест-комплект отличается от мини-экспресс-лаборатории компактностью, удобством и простотой в использовании.

Тест-комплекты для контроля воды являются оригинальными комплектными изделиями, производимыми ЗАО «Крисмас+» по ТУ 2643-600-82182574-14. Данные изделия производятся под зарегистрированным товарным знаком «Крисмас».

Тест-комплекты (рис. 5) позволяют выполнять химический анализ, как правило, с использованием унифицированных типовых или модифицированных методик на основе стандартных методов (приведены в табл. 1), а также тест-методов. Тест-комплектами могут укомплектовываться различные укладки. Подробные описания методов анализа приведены в подразделах, посвящённых определению соответствующих показателей (разделы 6–9).

Тест-комплекты используются при экологическом, аналитическом, санитарном и водно-химическом контроле, водоподготовке, гидрологических, изыскательских и других работах. Их применение позволяет в максимальной степени снизить расходы на проведение оперативного санитарно-химического, экологического и технологического контроля, осуществлять его без привлечения высококвалифицированных сотрудников и дорогостоящего оборудования как в лаборатории, так и вне её, непосредственно на месте отбора проб.

Тест-комплекты могут эффективно использоваться в составе различных упаковок, образуя удобный инструментарий для многокомпонентного анализа (например, в составе ранцевой полевой лаборатории исследования водоёмов НКВ-Р и НКВ-Рм, см. рис. 5, б).



Рисунок 5. Внешний вид некоторых тест-комплектов и тест-систем для анализа воды:
 а — тест-комплекты различного типа;
 б — тест-комплекты в составе ранцевой полевой лаборатории модели НКВ-Р;
 в — тест-системы; г — тест-комплект «Прозрачность и мутность»

Благодаря эффективности и простоте применения, обеспеченности иллюстрированной инструкцией, руководствами и пособиями многие тест-комплекты широко применяются также в сфере образования при выполнении разнообразных практик, лабораторных работ, учебно-научных исследовательских и проектных работ. Тест-комплекты автономны, не требуют источников водоснабжения и электроснабжения.

Наименования поставляемых тест-комплектов для контроля питьевой и природной воды приведены в табл. 7.

Таблица 7 — Наименования тест-комплектов для анализа питьевой и природной воды

№ п/п	Наименование	Номер заказа (артикул)	№ п/п	Наименование	Номер заказа (артикул)
1	Активный хлор	6.143	19	Общая жёсткость ОЖ-1 (капельное титрование)	6.180
2	Алюминий	6.151	20	Общая жёсткость (объёмное титрование)	6.183
3	Аммоний	6.148	21	Окисляемость перманганатная	6.146
4	Двуокись углерода агрессивная	6.191	22	Масло и нефтепродукты в воде	6.150
5	Двуокись углерода свободная	6.195	23	рН (водородный показатель)	6.160
6	Двуокись углерода в воде	6.171	24	рН, Аммоний	6.148.4
7	Железо общее	6.190	25	рН, ОЖ, Аммоний	6.148.3
8	Кальций	6.147	26	ПАВ-А	6.152
9	Карбонаты, щёлочность	6.170	27	Свинец	6.159
10	Кислород растворённый и БПК	6.081	28	Сероводород и сульфиды	6.168
11	Кислотность	6.176	29	Сульфаты	6.142
12	Кремний	6.179	30	Фенолы	6.163
13	Марганец	6.192	31	Формальдегид	6.164
14	Медь	6.191	32	Фосфаты	6.240
15	Мутность и прозрачность	6.153	33	Фториды	6.155
16	Никель	6.194	34	Хлориды	6.144
17	Нитраты	6.145	35	Цветность	6.157
18	Нитриты	6.149	36	Цинк	6.193

Примечание. Полный перечень тест-комплектов доступен на интернет-сайте <https://christmas-plus.ru>.

Методика применения тест-комплекта (методика анализа) приведена в паспорте на тест-комплект и (или) в настоящем руководстве, картах-инструкциях, другой сопроводительной документации (если предусмотрена).

Основные технические характеристики тест-комплектов

- Характеристики методов анализа см. в руководстве¹³ или других информационных источниках (номер метода соответствует артикулу изделия).
- Продолжительность анализа — от 1 до 30 мин.
- Сроки годности — не менее 1 года.
- Тест-комплекты для анализа воды по расходуемым материалам рассчитаны обычно на 100 анализов.
- Габаритные размеры укладки — от 170 × 90 × 80 мм до 510 × 260 × 230 мм.
- Масса — от 0,2 до 4,0 кг.

Примечание. Технические характеристики приведены ориентировочно.

Технические данные и состав поставляемых тест-комплектов приведены в прилагаемой к изделиям сопроводительной документации.

Все тест-комплекты обеспечены комплектами пополнения (заказываются отдельно).

Тест-системы представляют собой наиболее простые средства сигнального или полуколичественного химического анализа. Сочетают в себе максимальную экспрессность анализа, простоту применения, наглядность результата, доходчивость и лаконичность инструкции. Тест-системы применяются как самостоятельно, так и в составе более сложных портативных и лабораторных методов и средств (тест-комплектов, комплектов-лабораторий, измерительных комплектов).

В химико-экологическом практикуме предусмотрено применение тест-системы «Нитрат-тест» в работа № 6 по определению нитрат-анионов в воде и почвенных вытяжках, приведённой в настоящем пособии. Номенклатура некоторых тест-систем, их характеристики и возможности применения в химико-экологическом практикуме описаны в настоящем пособии и в других методических руководствах¹⁴.

¹³ Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки. СПб., 2018.

¹⁴ См., например: Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ... ; Руководство по санитарно-пищевому анализу с применением портативного оборудования. СПб., 2020. ; Практикум по оценке качества и безопасности пищевых продуктов.

3. ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ПРАКТИКУМЕ И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О МЕРАХ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

В требованиях нормативного документа — СанПиН 1.2.3685-21¹⁵ указана необходимость соблюдения обучающимися правил техники безопасности во время работы с химическими реактивами. Это является важнейшим условием здоровьесберегающей и здоровьесозидающей деятельности в современной системе образования.

Для выполнения предусмотренных в настоящем практикуме экспериментальных задач в кабинете химии (учебной лаборатории) следует иметь пакет инструкций, по охране труда при работе в кабинете при проведении демонстрационных опытов, лабораторных и практических занятий, разработанный в соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 года № 772н (с изм. от 17.03.2022) «Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем», вступившим с силу 01.03.2022 года, разделом X Трудового кодекса РФ; с учетом СанПиН 1.2.3685-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» и утвержденный приказом директора образовательного учреждения.

Применяемое в школьном химико-экологическом практикуме оборудование (класс-комплект ШХЭЛ, мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У/хим» («Пчёлка-У/почва»), тест-комплекты, тест-системы) не содержат ядовитых и аварийных химически опасных веществ. В состав реагентов и растворов, а также готовых индикаторных средств входят в малых количествах отдельные химические вещества, которые в условиях кабинета или учебной лаборатории не представляют опасности для учащихся и преподавателя при условии соблюдения мер безопасности, приведённых в настоящем пособии и паспорте на изделие.

Работа с портативным оборудованием в практикуме достаточно безопасна ещё и потому, что:

¹⁵ СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

- все работы выполняются под руководством учителя со строгим соблюдением правил безопасности, предъявляемым к работе учащихся в кабинетах химии в урочной и внеурочной деятельности;

- изделие не содержит большого количества опасных химических веществ и не требует специальной утилизации после экспериментов;

- все операции, которые могут быть опасны для учащихся, отмечены примечаниями и рисунками, облегчающими их узнавание и понимание надлежащего выполнения работы;

- изделие не содержит пожаро- и взрывоопасных веществ, а также образующих такие соединения в процессе выполнения экспериментов;

- посуда и принадлежности, входящие в набор, изготовлены из высококачественных материалов, отвечают требованиям безопасности по органолептическим, санитарно-химическим, физико-гигиеническим и токсиколого-гигиеническим показателям.

Тем не менее выполнение экспериментальных исследовательских задач, подготовка к ним и утилизация связаны с использованием потенциально опасных и вредных веществ и стеклянной посуды (пробирки, склянки, колбы и др.). Поэтому при проведении практикума следует тщательно соблюдать общие меры безопасности, принятые при выполнении демонстрационных экспериментов и фронтальных практических работ как в урочной, так и во внеурочной работе, а именно:

- любой эксперимент педагогу следует рассматривать как потенциально опасный, также нужно выделять операции, которые могут представлять повышенную опасность для учащихся;

- учащиеся должны быть достаточно удалены от места проведения демонстрационного эксперимента (не менее чем на 2,5 м), но без снижения его наглядности;

- во время эксперимента следует обязательно применять средства индивидуальной защиты (проводящий эксперимент должен быть в защитных очках и резиновых перчатках, что является образцом правильной работы);

- обучаемым могут быть предложены только те эксперименты, которые предварительно выполнены преподавателем или лаборантом, при этом чётко были определены наиболее сложные операции и тщательно отработаны приёмы их выполнения.



Особое внимание необходимо обратить на соблюдение правил техники безопасности и поддержание дисциплины в группе учащихся.

Список реактивов, используемых при определениях, и их свойства приведены в соответствующих методиках и паспорте изделия.

Операции при приготовлении растворов и при проведении анализов, требующие повышенной осторожности и тщательности, особо помечены в тексте описаний определений и в паспортах на тест-комплекты.

Все реактивы, которыми укомплектована ШХЭЛ, следует хранить в герметичных ёмкостях и при приготовлении соответствующих растворов соблюдать правила техники безопасности, предусмотренные для химико-аналитических работ.

Учитывая, что многие учебные кабинеты могут быть не оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, опыты следует проводить на учебно-лабораторном столе в хорошо проветриваемом помещении.

3.2. ФАКТОРЫ ОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ

Соблюдение и учёт требований безопасности при анализах может показаться излишним и неприятным делом. Однако если предполагается работать с химическими веществами, стеклянной посудой и приборами, а также пищевыми продуктами (сырьём), следует представлять основные факторы опасности. К ним относятся:

- попадание далеко не безвредных химических веществ (возможно, едких, токсичных или вообще незнакомых) и растворов на кожные покровы, слизистые оболочки, в пищеварительный тракт и органы дыхания, а также на одежду, предметы пользования и оборудование. Это может обернуться неприятностями не только для вас самих, но и для ваших коллег, друзей или знакомых;
- возможность порезов и ранения осколками стекла при использовании повреждённой посуды или неумелом обращении с ней;
- электрические поражения при работе с электропотребляющим оборудованием (более актуально для лабораторных условий);
- термические поражения (ожоги) при работе с нагревательными приборами.

При работе в полевых (походных) условиях существует особая группа факторов риска, обусловленная необходимостью учёта условий для безопасной жизнедеятельности, в том числе:

- погодных условий (пониженные или повышенные температуры, осадки, ветер) и связанных с ними возможностей заболеваний, снижения работоспособности, ошибочных действий;
- условий реальной местности (неровностей) и возможных травм и порчи оборудования, боя стеклянной посуды, пролива растворов и т. п. при падениях;

- выполнения подготовительных и сопутствующих действий, необходимых для обеспечения жизнедеятельности в походных условиях, таких как заготовка дров, приготовление пищи, постройка лагеря и т. п., отвлекающих внимание и силы участников от анализов и снижающих аккуратность и точность выполнения операций, что также может привести к отрицательным последствиям.

При выполнении анализов пищевых продуктов, пищевого сырья и т. п. следует иметь в виду, что отбираемые для анализа пробы могут быть потенциально опасны¹⁶. Это обусловлено в общем случае отсутствием предварительной информации о качестве исследуемого образца. Образец для анализа может быть испорчен, выделять неприятный запах, быть загрязнён патогенными микроорганизмами.

3.3. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ С ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Экспресс-лаборатории и тест-комплекты ЗАО «Крисмас+» не содержат ядовитых и сильнодействующих веществ, а входящие в состав лаборатории реагенты герметично упакованы во флаконы и не представляют опасности при хранении, в том числе с точки зрения опасности воспламенения. Тем не менее выполняющему опыты необходимо ознакомиться с правилами безопасной работы и пройти проверку их усвоения компетентным экспертом.



Операции при анализе следует выполнять в защитных перчатках и очках.

Список химических реагентов и растворов, используемых при анализах, приведён в описании соответствующего опыта. Операции при приготовлении растворов и при проведении анализов, создающие факторы риска, требующие осторожности и тщательности, особо помечены в тексте описаний.

Необходимые при выполнении определений растворы и реагенты следует хранить в герметично закрываемых, предназначенных для них флаконах, а при их приготовлении (если предусмотрено) следует соблюдать правила работы в школьном кабинете химии (химической лаборатории)¹⁷. Организации безопас-

¹⁶ Руководство по санитарно-пищевому анализу с применением портативного оборудования; Практикум по оценке качества и безопасности пищевых продуктов.

¹⁷ Инструкция по охране труда при проведении демонстрационных опытов по химии ИОТ-004-2001; Инструкция по охране труда при проведении лабораторных опытов и практических занятий по химии ИОТ-005-2001; Инструкция по охране труда при работе в кабинете химии ИОТ 003-2001.

ной работы в школьном кабинете химии и учебно-химической лаборатории способствует распространение в классе знаков безопасности (см. рис. 6 и 7).

Во время работы в полевых и лабораторных условиях необходимо соблюдать следующие общие правила:

- 1) работать аккуратно, избегая попадания реактивов на слизистые оболочки (рта, глаз), кожу, одежду;
- 2) использовать средства защиты, предусмотренные правилами безопасности при выполнении работ;
- 3) обращать внимание на герметичность упаковки химикатов (реагентов), а также на наличие хорошо и однозначно читаемых этикеток на склянках;
- 4) перед работой со стеклянной посудой проверить её на наличие сколов и трещин, а также соблюдать осторожность во избежание порезов;
- 5) при отборе растворов пипетками пользоваться шприцем с соединительной трубкой (не втягивать растворы в пипетку ртом!);
- 6) добавление к пробам растворов химических веществ и сухих реагентов следует производить в резиновых перчатках и защитных очках (имеются в составе портативного оборудования);
- 7) не использовать реактивы в случае, если упаковка негерметично закрыта, плохо читаются или отсутствуют этикетки на упаковке с реактивами, срок годности реактива истёк.

При выполнении опытов с использованием химических реагентов и растворов запрещается:

- 1) принимать пищу во время проведения эксперимента;
- 2) пробовать на вкус химические реагенты и растворы, а также анализируемые продукты;
- 3) оставлять флаконы с реагентами и растворами открытыми;
- 4) оставлять рассыпанные или пролитые вещества неубранными;
- 5) менять пробки от различных флаконов;
- 6) сливать отходы химических растворов в необорудованные ёмкости и пищевую посуду.
- 7) использовать открытый огонь (за исключением лабораторной спиртовки);
- 8) вдыхать воздух над реактивами (они могут находиться частично в мелкокристаллическом состоянии и образовывать пылеобразные взвеси), а также газовые смеси, полученные в результате моделирования.



Едкие вещества



Легковоспламеняющиеся вещества



Взрывоопасные вещества



Ядовитые вещества

Рис. 6. Предупреждающие знаки безопасности



Запрещается
оставлять неубранными
вещества и реагенты



Запрещается
пробовать
вещества на вкус



Запрещается
оставлять реагенты
открытыми



Запрещается
сливать вещества
в необорудованные ёмкости



Запрещается
менять пробки
различных сосудов

Рисунок 7. Запрещающие знаки безопасности

При применении в практикуме (в особенности на учебных занятиях), а также при хранении оборудования следует иметь в виду, что опасные и едкие вещества (если имеются) требуют особого обращения, т. е.:

- 1) хранения в месте, недоступном для учащихся и неспециалистов;
- 2) использования только в целях выполнения опыта (не использовать не по назначению);
- 3) учёта при расходовании.

3.4. СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРАКТИКУМЕ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВАХ И РАСТВОРАХ

Некоторые применяемые в ходе анализа реагенты и их растворы представляют повышенную опасность при работе, даже несмотря на малые количества, что возможно в случаях нарушения установленных (см. п. 3.3) правил безопасной работы. Все работы с указанными веществами должны выполняться в защитных перчатках и очках.

Ниже приводится краткая информация, характеризующая некоторые потенциально опасные вещества и меры первой помощи при возможных опасных и вредных воздействиях.

Реактив Несслера представляет собой щелочной раствор комплексной соли калия, ртути и йодистоводородной кислоты — тетраиодомеркурата (II) калия ($K_2[HgI_4] \times 2H_2O$) и широко применяется в качестве реагента для определения иона аммония. Данный реактив применяется для определения иона аммония (опыт № 7) в количестве 10 капель (0,3 мл) на 1 определение. Может вызвать острые и хронические отравления. Относится к веществам класса опасности 1. ПДК воздуха рабочей зоны составляет $0,05 \text{ мг/м}^3$ (установлен по ртути).

При попадании реактива Несслера или содержащих его проб на кожу или слизистые оболочки может возникнуть сильное раздражение. В этом случае требуется сразу же стереть тампоном капли с места попадания и далее промыть его проточной водой с мылом, после чего рекомендуется сделать примочки из 5%-го раствора уксусной или лимонной кислоты. При попадании в глаза тщательно промыть большим количеством воды и обратиться к врачу. При попадании в желудок рекомендуется обильное питьё и срочное обращение к врачу.

Реактив Грисса входит в состав ряда изделий в виде сухой смеси альфа-нафтиламина (его в сухом реактиве 1%), сульфаниловой кислоты и винной

кислоты. Является распространённым реагентом при определении нитрат-ионов и входит в состав тест-системы «Нитрат-тест» (опыт № 16). Относится к веществам класса опасности 3. При тестировании используются микроколичества реагента, нанесённого на тканевую основу и запаянного в полимерную плёнку. Может представлять опасность только в результате проглатывания рабочего участка тест-системы «Нитрат-тест» при случайной манипуляции или в результате грубого нарушения учащимися правил безопасности. При попадании рабочего участка тест-системы внутрь необходимо принять активированный уголь (1 таблетка на 10 кг массы тела человека) и срочно обратиться к врачу.

Спирт этиловый входит в состав мини-экспресс-лаборатории СПЭЛ-У в виде водно-спиртового раствора 68% об. и используется в качестве реагента для определения термостойчивости молока (опыт № 9) в количестве 3 мл на 1 определение. Данный раствор относится к малоопасным веществам по воздействию на организм. Класс опасности 4, ПДК воздуха рабочей зоны 2000/1000 мг/м³. Обладает наркотическим действием, при контактах вызывает сухость кожи. Является легковоспламеняющейся жидкостью, данный раствор следует держать в герметично закрытом флаконе, беречь от источников воспламенения, искр, открытого огня. Не допускать попадания раствора внутрь организма. При попадании на кожу или в глаза смыть большим количеством проточной воды, обратиться к врачу.

Сведения о работе с едкими веществами и растворами. При выполнении некоторых опытов используются растворы кислот и щелочей, а также буферные растворы и т. п. Повышенную опасность представляют растворы кислот и щелочей (особенно концентрированных) при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно обильно промыть несильной струёй воды, наклонив голову на ту сторону, где находится промываемый глаз, в течение 15-20 минут и незамедлительно обратиться к врачу. При попадании указанных растворов на кожу следует также быстро и обильно промыть струёй воды место попадания и обратиться к врачу.

Несмотря на то что в поставляемых ЗАО «Крисмас+» изделиях содержатся готовые к применению водные растворы или растворы на основе разбавленных растворов кислот и щелочей (буферные растворы), у потребителя, применяющего оборудование в лаборатории, есть возможность приготавливать некоторые растворы самостоятельно, имея сведения об их составе. Те растворы, для приготовления которых необходимо разбавлять кислоты, следует приготавливать с соблюдением особых правил безопасности. При разбавлении водой концентрированных кислот выделяется большое количество тепла, поэтому разбавление необходимо выполнять осторожно и постепенно, приливая кислоту к воде ма-

лыми порциями при непрерывном перемешивании. Выделяющееся тепло необходимо отводить путём охлаждения раствора, например, на холодной водяной бане (иначе раствор может вскипать и разбрызгиваться). Разбавление кислоты следует проводить в подходящей термо- и химически стойкой посуде (например, фарфоровом стакане, колбе из термостойкого стекла).

Аналогичные правила следует соблюдать при растворении сухих едких щелочей — гидроксидов натрия и калия. В данном случае сухую едкую щёлочь постепенно добавляют в воду небольшими порциями при непрерывном перемешивании и охлаждении.

Разбавление концентрированных и крепких кислот и растворение сухих едких щелочей, а также работа с их растворами должны выполняться на поддонах в средствах индивидуальной защиты (очках, резиновых фартуке и рукавниках).

Факторы химической опасности и правила безопасной работы необходимо иметь в виду и при консервации проб растворами кислот.

Специальной утилизации этих реагентов не требуется.

При использовании в практикуме других вредных и опасных химических веществ следует соблюдать меры безопасности, указанные в документации на оборудование для оснащения практикума.

3.5. СВЕДЕНИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Образующиеся при работе отработанные растворы, несмотря на их малые количества, необходимо сливать в отдельную хорошо закрывающуюся склянку и проводить их нейтрализацию растворами щелочей или кислот с концентрацией 5–10% (это удобнее делать в лабораторных условиях). Нейтрализацию проводят, добавляя постепенно соответствующие растворы и контролируя кислотность раствора по универсальной индикаторной бумаге (до значения pH 6–8). Небольшие количества нейтрализованных растворов следует разбавить водой в соотношении не менее 1 : 100, после чего они утилизируются как бытовые стоки.

При анализах, выполняемых в рамках настоящего практикума и с применением портативного оборудования ЗАО «Крисмас+», требуется небольшое количество образцов пищевых продуктов, которые утилизируются как бытовые пищевые отходы.

Отработанные флаконы, посуду, пипетки, фильтры, контактировавшие с химическими реагентами, перед утилизацией следует промыть водой, после чего их, а также ненужные упаковку и укладку изделия с ложементами следует утилизировать как бытовые отходы.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРТАТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сведения, приведённые в данном разделе, представляют собой обоснование возможности применения экологического подхода к изучению курса химии в школе, попытку систематизации методического материала на межпредметном (интегративном) уровне и соответствующие методические рекомендации, которые, по нашему мнению, позволяют педагогу-химику и другим учителям эффективно использовать оборудование и материалы из состава применяемого в практикуме готового оборудования (класс-комплекта ШХЭЛ, мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У/хим» и т. п.) для решения актуальных педагогических задач, в соответствии с требованиями ФГОС.

4.1. МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ ХАРАКТЕР И ДРУГИЕ ОСОБЕННОСТИ ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Химия как учебный предмет, вводимый на завершающем этапе общего образования, не только вносит весомый вклад в систему общего естественнонаучного образования, но и является важным условием формирования экологической культуры учащихся. Химическая грамотность, необходимая для повседневной жизни, формирования навыков здорового образа жизни, позволяет учащимся выработать собственную позицию по отношению к окружающей среде, оценивать её экологическую ценность и безопасность, последствия бытовой и производственной деятельности человека.

Экология акцентирует внимание учащихся на вопросах физического, химического и биологического загрязнения окружающей среды, связанного с получением, применением и переработкой веществ. Умение применять полученные знания для решения практических и учебно-исследовательских задач, проводя экологический мониторинг воздуха, воды и почвы, позволяет учащимся оценить экологические последствия в экологической ситуации конкретной территории. Проведение экологического мониторинга невозможно без применения методов количественного химического анализа.

Следует иметь в виду, что большая часть сведений о показателях той или иной экологической ситуации и конкретные параметры её состояния охватывают огромное число химических значений — ПДК, ОБУВ, СанПиН,

ГН и др., определяемых и контролируемых с применением химических и физико-химических методов и соответствующих методик анализа. Контролируемыми и экологически значимыми параметрами являются концентрации химических веществ в воде, воздухе, почвах, продуктах питания, технологических средах, материалах. Соответствующие научно-технические данные трактуются специалистами в соответствии со спецификой тех или иных областей научных знаний; соответственно, аналогичные результаты трактуются с предметных позиций и педагогами, основываясь на сложившейся в данном предмете потребности в практической реализации технологий обучения.

Методики химического анализа в обучении химии позиционируются как **инструменты** обнаружения и количественной оценки отдельных химических компонентов в составе объектов окружающей среды. Полученные в результате их применения данные интерпретируются в зависимости от предварительно определённых проблемы и целей исследования. Так, относительно уровня содержания химического вещества в воздухе (воде, почве) учитель-химик оперирует химическим составом среды и значением концентрации конкретного химического вещества; учитель-биолог рассматривает данную величину с позиций фактора среды жизни; педагог-организатор ОБЖ рассматривает концентрацию вещества как условия жизнедеятельности человека и фактора техногенной опасности с оценкой соответствующих рисков; географу важнее та же величина в составе компонента географической оболочки и т. д.

Рабочие программы по химии образовательных программ основного и среднего общего образования не предполагают изучения химических методов качественного и количественного анализа (за исключением качественных реакций). Выбирая перечень лабораторных, практических работ или экспериментальных задач учитель может восполнить этот пробел и включить в перечень практических работ качественное определение крахмала в разделе «Углеводы»; белка в курином яйце и в молоке в разделе «Азотсодержащие органические соединения», бытовых ПАВ (СМС) в разделе «Кислородсодержащие органические соединения», нефтяной плёнки на поверхности воды в теме «Природные источники углеводородов». С количественными методами учащиеся познакомятся при определении жёсткости воды в разделе «Металлы»; содержания галогенид, сульфат, сульфид, нитрат, нитрит - анионов, катиона аммония в разделе «Неметаллы».

Введение таких понятий, как диссоциация солей оснований, кислот, катионы и анионы, изучение реакций ионного обмена в водных растворах, рН растворов, универсальные индикаторы, вода как растворитель, растворы,

концентрация растворённого вещества являются теоретической основой овладения основами химического анализа. А операции по приготовлению растворов, очистке, разделению смесей перегонкой, экстракцией, хроматографией — инструментом выполнения не только учебного эксперимента, но и решения конкретной исследовательской практико-ориентированной задачи. Требования техники безопасности становятся для учащихся неформальными.

В соответствии с ФГОС на уровне основного общего и среднего образования делается акцент на освоении учебно-исследовательской и проектной работы как типа деятельности, не только внеурочной, но и непосредственно в ходе урока. Так, химико-экологический эксперимент, сопряжённый с изучаемой темой, вполне может быть выполнен учащимися в ходе обычной лабораторной работы. В этом случае учитель может решить сразу несколько педагогических задач, среди которых важное место занимают обеспечение связи содержания изучаемого предмета с реально существующей жизненной проблематикой и формирование у учащихся навыков использования научно-методического исследовательского инструментария. А в целом выполнение учебных исследований и работа над проектами на их основе приобретают статус инструментов учебной деятельности полидисциплинарного характера. При выполнении учебного проекта индивидуального, а особенно группового, связанного с экологической безопасностью окружающей среды и здоровьем, учащиеся формируют универсальные учебные действия — познавательные, регулятивные, коммуникативные.

Предлагая учащимся на учебных занятиях (урочных — лабораторных работах, внеурочных и дополнительных) различные виды деятельности по реализации предлагаемого практикума, учитель создаёт образовательное событие, в рамках которого решаются задачи, носящие полидисциплинарный и метапредметный характер, выводящие учащихся на выстраивание межпредметных связей, целостной картины мира. При этом учащийся получит возможность:

- провести исследование самостоятельно или в группе;
- изучить экологические проблемы местного сообщества или региона;
- научиться формулировать цель исследования;
- выдвигать и экспериментально проверять гипотезы о химических свойствах и экологической значимости веществ на основе полученных в ходе экспериментальной работы данных о содержании в исследуемом объекте тех или иных химических компонентов, их концентрациях и форме существования, способности вступать в химические реакции.

Учащийся сможет освоить методики проведения эксперимента, научиться правилам применения новых химических терминов, формул для расчётов,

правилам написания уравнений реакций с применением изученных веществ, правилам оформления таблиц, графиков, схем, правилам безопасного обращения с химико-аналитическим оборудованием.

Наиболее эффективным при инновационной форме организации учебного процесса является применение так называемых готовых решений, которыми является портативное оборудование производства ЗАО «Крисмас+», представленное модулями класс-комплекта ШХЭЛ, мини-экспресс-лабораториями «Пчёлка-У», тест-комплектами и т. п.

Ожидаемыми результатами при использовании и готовых решений будут:

- эффективная реализация системно-деятельностного подхода как принципиальной основы действующих ФГОС ООО СОО;
- глубокая практико-ориентированная межпредметная интеграция различных областей естественно-научного знания в едином учебном процессе;
- исследование реальных и смоделированных учебных экологических ситуаций и разработка обоснованных практических рекомендаций по их улучшению (устранению проблем);
- наглядное представление связи научного знания с существующей действительностью и экологическими проблемами, имеющими общечеловеческий характер и окружающими каждого из нас.

Реализация предлагаемого химико-экологического практикума в образовательном учреждении представляет собой приемлемое и эффективное решение не только для курса химии 8–11 класса, но и для других предметов естественно-научного цикла, а также обучения в системе дополнительного образования.

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО ХИМИИ, ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРТАТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В содержание современных образовательных программ по химии, соответствующих требованиям ФГОС, включён материал химико-аналитической направленности, изучение которого требует обязательного эксперимента, применения специального оборудования и значительных временных затрат.

Применение ШХЭЛ и другого портативного оборудования производства ЗАО «Крисмас+» позволяет применить эффективные методические приёмы и поэтапно формировать представление о химическом анализе в ходе проведения эксперимента и решения экспериментальных задач, уже начиная с 8 класса.

При изучении курса химии в 8 классе удобно давать представление о качественном и количественном химическом анализе в ходе практического изучения тем «Агрегатное состояние веществ», «Чистые вещества и смеси», «Вода. Растворы». При рассмотрении воды как растворителя учащимся предлагается использовать следующие модули ШХЭЛ: «Мутность/Прозрачность» и «Цветность, рН». При определении мутности/прозрачности и цветности воды учащиеся наглядно знакомятся с разными типами смесей: крупно- и мелкодисперсными системами (взвесьями и суспензиями) и растворами (коллоидными и истинными). Определение водородного показателя воды рН целесообразно вводить при изучении темы «Кислоты», «Основания», «Соли». В аспекте усвоения понятия «химический анализ» предлагаемые методы являются связующим звеном в понимании учащимися возможностей применения химических знаний для исследования объектов окружающей среды.

В ходе работы с оборудованием из состава модулей (и соответствующих одноимённых показателей) «Мутность/Прозрачность» и «Цветность, рН» учащиеся осваивают органолептические и турбидиметрические методы анализа. Наряду с введением понятия «мутность» вводятся понятия «прозрачность» и «цветность». Отмечается, что данные понятия определяются как показатели качества воды и выделяется возможность их качественной и количественной оценки. На этом этапе обучения целесообразно вводить понятие «предельно допустимая концентрация» (ПДК) как показатель качества экологического состояния объектов окружающей среды, например, питьевой и природной воды в ходе проведения экспериментов с применением модулей ШХЭЛ «Мутность/прозрачность» и «Цветность, рН». Сравнивая полученные в результате проведённого химического анализа данные, характеризующие изучаемое вещество с ПДК, определённой для него как безопасная с экологической точки зрения, учащиеся получают представления о причинно-следственных связях, имеющих место в окружающей среде. Метод определения мутности/прозрачности и цветности относится к органолептическим методам анализа.

Органолептические методы (определение качества исследуемого образца при помощи органов чувств — зрительных, вкусовых, обонятельных и т. д.) — это первые методы, с которыми знакомятся учащиеся в процессе практических исследований воды и водных природных объектов. Приступая к использованию этих методов в ходе практических учебных занятий по химии, они узнают, что органолептическая оценка качества воды — обязательная начальная процедура контроля качества воды. Её правильному проведению специалисты придают большое значение. При этом человек, выполняющий анализ, должен уметь корректно определять указанные показатели, ис-

пользуя собственные вкусовые ощущения, обоняние и зрение. Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о составе воды и может быть проведена быстро и без каких-либо приборов. К органолептическим характеристикам, кроме цветности, мутности (прозрачности), относятся ещё запах, вкус и привкус, пенистость. Кроме того, существует метод, который требует определённого оборудования (инструментария) для проведения исследования, — турбидиметрический метод.

Турбидиметрическим методом анализа (часто его называют также *турбидиметрией*) называют метод, основанный на измерении интенсивности потока света, прошедшего через раствор, содержащий взвешенные частицы. Интенсивность уменьшается вследствие поглощения и рассеяния светового потока. При турбидиметрических измерениях величина, называемая *мутностью*, соответствует оптической плотности раствора.

Дальнейшее изучение смесей предполагает изучение их свойств. Вводятся понятия «массовая доля компонента в смеси» и «объёмная доля компонента в смеси». Наряду с этим целесообразно постепенно знакомить учащихся с основными методами проведения количественных химико-аналитических исследований: методом шкалы стандартов и титриметрическим методом. Эти методы являются ведущими при работе с модулями ШХЭЛ. Основной сложностью в работе учителя будет необходимость упрощения изучаемого материала для учащихся 8 класса при объяснении сложных физико-химических процессов, происходящих вследствие поглощения и рассеяния светового потока, содержащимися в растворе взвешенными частицами, и связи мутности с оптической плотностью. Это необходимо при объяснении основ метода турбидиметрического метода анализа, основанного на измерении интенсивности потока света, прошедшего через раствор, содержащий взвешенные частицы.

При изучении курса химии в 9 классе учащиеся знакомятся со специфическими физическими и химическими свойствами химических элементов, в частности кальция и его соединений, железа и солей железа (II) и (III), углерода и его соединений — карбонатов, азота и минеральных удобрений на его основе, серы и её соединений, в том числе сульфатов.

При помощи модулей ШХЭЛ «*Общая жёсткость*», «*Железо общее*», «*Карбонаты, щёлочность*», «*Аммоний, нитраты*», «*Сульфаты*» учащиеся получают представление о значении и способах обнаружения и количественного определения этих элементов и их соединений в природе, в водных средах. В ходе соответствующих практических учебных занятий учащиеся применяют свои знания по методу шкалы стандартов к новым условиям, сравнивая интенсивность окраски, полученной при добавлении соответствующих реагентов к

раствору, содержащему определяемое вещество, с эталонной шкалой, освоив таким образом метод визуальной колориметрии. С теми же целями на занятии можно использовать оснащённые визуально-колориметрическими шкалами тест-системы, приобретаемыми отдельно или в составе различных модификаций лабораторий «Пчёлка-У». Такие тест-системы просты в применении и соответствуют начальному уровню сложности.

Если определение изучаемых элементов на занятии проводят с применением портативного фотометра (фотоколориметра), измеряют светопоглощение раствора — оптическую плотность, тогда и метод называется *фотометрическим*. Такой метод является более точным по сравнению с визуально-колориметрическим. Для математической обработки результатов в фотометрическом методе используется градуировочный график или уравнения, расчет по которым проводится при помощи специальных компьютерных программ.

Учащиеся получают и закрепляют новые знания по типам химических реакций, проходящих в водных растворах, проводят указанные реакции, осваивая титриметрический метод анализа.

Титриметрический метод анализа основан на определении объёма раствора одного из двух взаимодействующих веществ, вступающих между собой в реакцию, причём концентрация и объём второго вещества должны быть точно известны и выражены в моль/л, а точка их эквивалентного взаимодействия фиксировалась резким изменением цвета индикатора. Титриметрические методы основаны на реакциях ионного обмена, окислительно-восстановительных реакциях, реакциях осаждения и комплексообразования. Титриметрические методы реализуются с применением экспресс-пипеток либо стеклянных градуированных пипеток, обеспечивающих достаточную точность анализа. Метод является расчётным. Расчётными методами, с использованием результатов анализов, полученных экспериментально определяются: карбонатная жесткость (сумма ионов CO_3^{2-} и HCO_3^-), магний (Mg^{2+}), натрий и калий (сумма Na^+ + K^+), сухой остаток.

При изучении курса органической химии в 10 классе учащиеся получают сведения о зависимости свойств веществ от их химического строения, т. е. от расположения атомов в молекулах органических соединений согласно их валентности. В содержании курса сделан акцент на практической значимости учебного материала. Поэтому изучение представителей каждого класса органических соединений начинается с практической посылки — их получения. Химические свойства веществ рассматриваются также и с точки зрения их практического применения.

Например, *углеводороды* является одним из важнейших разделов курса органической химии, не только с точки зрения их строения, химических

свойств и применения, но и изучения технологий получения различных продуктов из природного углеводородного сырья (нефть, сопутствующий нефтяной газ), контроля их качества и воздействия на окружающую среду. В ходе изучения соответствующего раздела, учащиеся получают представления о различных группах углеводородов, в частности об *алкинах*. Отмечается, что алкины являются сырьём для производства большого количества органических соединений и материалов, в том числе поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые находят широкое применение в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, быту. Важнейшим областью потребления ПАВ является производство мыл и моющих средств для технических и санитарно-гигиенических нужд; текстильно-вспомогательных веществ, т. е. веществ, используемых для обработки тканей и подготовки сырья для них; лакокрасочной продукции. Также учащимся сообщается, что ПАВ используют во многих технологических процессах: химических, нефтехимических, химико-фармацевтических, пищевой промышленности. Их применяют как присадки, улучшающие качество нефтепродуктов; как реагенты при флотационном обогащении полезных ископаемых (флотореагенты); как компоненты гидроизоляционных и антикоррозионных покрытий и т. д.

Многие синтетические моющие средства, содержащие ПАВ, в отличие от мыл не подвержены естественному биохимическому разложению и не задерживаются фильтрующими установками. Это приводит не только к загрязнению рек и других водоёмов, но и к проникновению ПАВ в источники питьевой воды, что непосредственно влияет на здоровье человека. При помощи модуля ШХЭЛ «*ПАВ-А*» учащиеся на практике знакомятся с методом обнаружения и определения концентрации анионоактивных ПАВ в водной среде.

При изучении темы «Белки», учащиеся знакомятся со строением молекул белка и такими свойствами этих веществ, как снижение растворимости при достижении электронейтральности, гидратация, горение, пенообразование, денатурация. При использовании модуля ШХЭЛ «*Белки, углеводы*» на практическом учебном занятии учащиеся устанавливают причинно-следственную связь между воздействием химических реагентов (кислот) на белок и его последующей денатурацией. При этом отмечается, что данный процесс широко используется в пищевой и биотехнологии, а также технологиях, связанных с охраной здоровья человека.

При изучении курса химии в 11 классе ведущей идеей является единство неорганической и органической химии на основе общности их понятий, законов и теорий, а также на основе общих подходов к классификации органических и неорганических веществ и закономерностям протекания химических реакций между ними.

Особенностью курса является акцент на связи химической науки с жизнью: производственной и хозяйственной деятельностью человека, проблемами охраны окружающей среды. На этом этапе обучения химии очень важной становится актуализация знаний и представлений учащихся не только о физико-химических свойствах неорганических и органических веществ, приобретенных ими ранее в курсах химии 8–10 классов, но и о том, как эта информация может быть востребована при изучении курсов биологии, экологии, ОБЖ, географии, технологии.

Значительное место в содержании курса отводится химическому эксперименту. В ходе практических учебных занятий с применением различных модулей ШХЭЛ учащиеся углубляют свои знания о фотометрических методах анализа. Особую значимость приобретает информация о конкретных примерах химического загрязнения окружающей среды и химических способах очистки загрязнённых объектов окружающей среды. Учащиеся получают представление о роли экологического мониторинга различных объектов окружающей среды и значение химико-аналитических методов в этом процессе.

При помощи модулей ШХЭЛ «Фосфаты», «Марганец», «Никель», «Хлориды», «Нитриты», «Растворённый кислород», «Кислотность» учащиеся на практике знакомятся с необходимостью подготовки исследуемых проб воды. В ходе выполнения подготовительных операций, учащиеся совершенствуют свои умения в обращении с разнообразным лабораторным оборудованием, материалами и подготовке растворов с заданными концентрациями химических веществ.

Таким образом, сопряжение содержания курса химии с вопросами оценки экологического состояния реального водного объекта окружающей среды, реализующееся посредством интерпретации результатов эксперимента, основанного на методах химического анализа, обеспечивает метапредметность образовательных результатов и развитие надпредметных умений и навыков учащихся. При этом включение учащихся в экспериментальную деятельность способствует развитию химико-инженерной и эколого-инженерной профессиональной ориентации будущих выпускников.

Химический анализ, виды анализа, методы анализа, использование результатов анализа могут быть изучены в процессе внеурочной деятельности или в рамках факультатива.

Учитель химии может самостоятельно распределить, какая часть эксперимента может быть выполнена в ходе урока фронтально или малыми группами, а какая должна быть вынесена на занятия внеурочной деятельностью для выполнения учебно-исследовательской работы, выполнения индивидуального итогового проекта за курс основной школы.

Также, в рамках внеурочной деятельности или факультатива для учащихся 10–11 классов, ориентированных на сдачу ЕГЭ по химии целесообразно проводить изучение окислительно-восстановительных свойств органических и неорганических соединений с применением класс-комплекта ШХЭЛ и его отдельных модулей.

4.3. ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ В УСЛОВИЯХ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ХИМИИ В ОСНОВНОМ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Одним из подходов к процессу развития у учащихся навыков исследовательской деятельности является их обучение решению исследовательских задач. В этом случае подготовка к самостоятельному ведению исследовательской деятельности проходит на задачной основе, и исследовательская задача становится единицей учебной деятельности. По определению В.В. Успенского, исследовательская задача — это *«такие вопросы и задания учителя или вопросы, вытекающие из личных познавательных побуждений ученика, которые вызывают его активную творческую познавательную деятельность, направленную на решение познавательных проблем, на самостоятельное открытие, осуществляемое путём постановки опытов, сбора фактов, анализа и обобщения знаний. Наличие поисковой ситуации, требующей от учащегося самостоятельного разрешения, обоснования и доказательства, является главным признаком исследовательской задачи»*.

Главным отличительным признаком исследовательской задачи от задачи обычной является отсутствие какого бы то ни было алгоритма её решения, а также максимальная самостоятельность при её решении учащимися.

Химико-экологические исследовательские задачи — это задачи с глубоким подтекстом, тесно связанные с окружающей нас действительностью, обладающие качеством межпредметности и естественно-научной, субъективной для учащегося ценностью. Поэтому при выборе проблематики и формулировке на её основе текста исследовательской задачи учитель действует так, чтобы учащиеся могли принять активное участие в этих процессах.

Как правило, химико-экологическая исследовательская задача представляет собой в итоге многокомпонентное задание для учащегося и имеет следующие характеристики:

1. Её совместное построение учениками и учителем на основе опорной (ключевой) задачи из основной учебной программы по химии с привнесением экологических аспектов в рассмотрение предмета исследования.

2. Варьирование учителем уровня сложности, позволяющее применять такие задачи для обеспечения индивидуализации и дифференциации обучения.

3. Создание учащимися плана исследования заданного объекта окружающей среды, предусматривающего в дальнейшем их вариантную самостоятельную деятельность:

- по выявлению свойств, закономерностей и (или) вариаций параметров объекта исследования (например, некой природной территории, включающей водоём);

- по сравнению свойств объекта со свойствами аналогичных объектов (например, похожих по географическому положению, климатическим зонам, химическому составу);

- по установлению характеристики предмета исследования (например, поверхностной воды, ила, почвенных вытяжек прилегающей территории, строению и формам существования в водной среде соединений, являющихся анализируемыми показателями (сульфат-анионы, жёсткость, рН и т. п.);

- по выявлению межпредметных и внутрипредметных связей.

4. Сбор теоретического материала, конкретизирующего состояние данного объекта и необходимого для решения задачи.

5. Проведение учащимися под руководством учителя эксперимента (лабораторная работа) по определению конкретного показателя, получение количественного результата.

6. Совместное с учителем определение рациональной организации вычислений, необходимых для решения данной задачи, в том числе с использованием вычислительной техники.

7. Вывод об экологическом состоянии объекта на основе анализа теоретического материала и собранных экспериментальных данных.

В химико-экологическом проблемном поле может быть сформирован целый перечень исследовательских задач, требующих аналитико-экспериментальной работы учащихся, которая, в свою очередь, может послужить основой для интересных инженерно-технических и химико-технологических решений.

В условиях учебной проектной работы формулировка исследовательской задачи может быть тождественна её цели. При этом её неотъемлемым компонентом будет химический эксперимент.

Прежде чем предлагать учащимся решать исследовательские задачи, необходимо подготовить их к этой довольно непростой деятельности. Для этого целесообразно систематически предлагать им для решения различные

по своей тематике и сложности *экспериментальные задачи*. Такая задача представляет собой модель проблемной ситуации, решение которой, в отличие от расчётной задачи, требует от учащихся не только мыслительных, но и практических действий на основе знания законов, теорий и методов химии, т. е., по сути, выполнение эксперимента с последующим обоснованием выводов на основе его результатов.

Решение экспериментальных химико-экологических задач направленно на закрепление, расширение знаний и развитие не только химического мышления, но и формирование химико-экологической грамотности учащихся. В ходе решения таких задач ученик продолжает расширять и углублять свои знания по химии и другим естественно-научным дисциплинам, а также совершенствует умения в применении научно-методического исследовательского инструментария (технологии и методики выполнения различного рода определений и анализов), приучая учащихся применять свои знания на практике.

Решение экспериментальной задачи в условиях реализации проектной работы является неотъемлемой частью исследовательской задачи и коррелирует с ней в своей формулировке. В данном случае формулировка экспериментальной задачи может быть тождественна формулировке, выдвигаемой в ходе исследования гипотезы, и содержать слова «докажите», «проверьте на наличие/отсутствие», «проведите», «определите, где / в чём / с чем» и т. д. Таким образом, понятие «исследовательская задача» шире понятия «экспериментальная задача».

Экспериментальные задачи в большей степени решают образовательные задачи школьного курса химии, связанные с межпредметной, естественно-научной и политехнической подготовкой учащихся. Их систематическое включение в базовый образовательный курс на уроках, проводимых в форме лабораторных работ, способствует профориентационной работе и предпрофильной подготовке учащихся старших классов.

Как и расчётные задачи, экспериментальные задачи могут применяться не только во время лабораторных работ, но и на всех этапах обучения химии, включая объяснение, закрепление, обобщение, повторение, текущий и итоговый контроль знаний. Как правило, экспериментальная химико-экологическая задача всегда требует выполнения практической работы, направленной на получение натурной доказательной базы. Поэтому экспериментальные химико-экологические задачи часто включаются в задания практических туров многих олимпиад для школьников.

Решение экспериментальных задач начинается с прочтения и анализа их условия. Вторым этапом является установление пути теоретического реше-

ния на основе изученных теорий и понятий с записью возможных вариантов и уравнений реакций. Далее необходимо провести выбор наиболее подходящего варианта с учётом не только соблюдения правил техники безопасности, но и времени, необходимого для количественного анализа или синтеза промежуточного вещества, необходимого для исследования, расчёта его предполагаемого выхода, а также анализа чистоты продукта реакций, наличия реактивов и оборудования и других факторов. После теоретического решения задачи учащиеся приступают к практической реализации: подбирают необходимые реактивы и оборудование, собирают установку, проводят необходимые реакции и манипуляции в соответствии с методикой, определяют признаки прохождения реакций, проводят расчёты, получают нужный результат, оформляют работу в тетради, проводят уборку рабочего места.

Практические работы, которые мы предлагаем в этом пособии, могут быть инструментом решения широкого спектра химико-экологических исследовательских и экспериментальных задач. На основе приведённой перед непосредственным описанием каждой работы информации учитель сможет самостоятельно сформулировать темы химико-экологических исследовательских и экспериментальных задач. Примером, как это можно сделать, является рассмотрение приведённого в приложении № 1 соотношения понятий «экспериментальная задача» и «исследовательская задача» на примере работы № 3 «Определение кислотности воды и водных сред» (п. 6.2).

4.4. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРТАТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Преподавание химии в основной и средней школе в условиях перехода на ФГОС предусматривает переосмысление роли учителя в образовательном процессе. Возрастает роль учителя как организатора учебной деятельности учащихся на всех этапах урока. Организация информационно-образовательной среды за счёт использования современных средств и технологий обучения, помноженная на постоянный контроль за качеством познавательных компетенций учащихся, позволит педагогам «учить учеников учиться». Именно такие подходы в методике преподавания химии — наиболее важные и нужные в условиях действующих ФГОС ООО. При таких условиях грамотное включение учащихся в практическую экспериментальную и проектно-исследовательскую деятельность приобретает особую значимость.

4.4.1. Методика организации работы учителя

Современная педагогика предлагает педагогу на выбор сразу несколько педагогических технологий, предполагающих реализацию практических исследовательских работ. В зависимости от того, какие педагогические и дидактические цели и задачи ставит перед собой учитель, он выбирает адекватную технологию обучения. Приведённые ниже технологии обучения предполагают активное использование методов практической работы учащихся на занятиях, а значит, применение модулей ШХЭЛ (или иного портативного оборудования) в их контексте оправданно.

- Технология проблемного обучения (проверка гипотезы в эксперименте, связь теории с жизнью, метапредметный результат).
- Проектная технология обучения (реализация потенциала самостоятельной работы учащихся в условиях дефицита учебных часов, при учительстве-тьюторе).
- Технология личностно-ориентированного обучения (построение индивидуальной образовательной траектории через создание условий для самореализации и эффективной коммуникации, через организацию групповых форм работы, через создание ситуаций успеха для каждого учащегося).
- Технология критического мышления (проверка гипотезы в эксперименте, связь теории с жизнью, метапредметный результат, учащиеся научаются самостоятельно добывать знания, развиваются метакогнитивные навыки в процессе осознания необходимости проведения экспериментальных действий, непосредственного планирования и проведения эксперимента).
- Технология развивающего обучения — формирование всей палитры УУД учащихся в условиях ведения практической исследовательской деятельности.

Эффективность организации учебного процесса на уроках химии может быть достигнута за счёт использования рычагов, повышения уровня мотивации учащихся к изучению предмета, в частности, опору на возрастные психологические потребности.

Потребности учащихся 8–11 классах в компетентности (самодетерминации) заключаются в обеспечении ситуации успеха для каждого ребёнка, ощущении, что задача преодолима.

Потребность в причастности достигается введением в урочную работу групповых форм её организации. На протяжении большинства занятий ребёнок учится (выполняет задания) один. Включение заданий, основанных на выполнении практической работы в группе, вызывает у учащихся ощущение причастности к коллективу, удовлетворяет его потребность в общении со

сверстниками. Общение становится конструктивным, развивающим, способствует развитию навыков коллективной работы, критического мышления, эффективной конструктивной коммуникации.

Потребность в автономности достигается созданием условий для того, чтобы учащийся мог осуществлять самостоятельный выбор в процессе проектной деятельности. И это не только выбор темы и объекта исследования, но и возможность в условиях урочной и внеурочной учебной практической деятельности принести на занятие свою пробу воды или почвы или продукта питания и т. д. Таким образом осуществляется ещё и безопасное включение вариативности в регулярный учебный процесс.

В зависимости от тех дидактических задач, которые предполагает решать педагог, он выбирает формат работы: урочная, внеурочная, проектная учебная деятельность.

В условиях урочной работы при реализации содержания курса химии основной и средней школы с применением портативного оборудования рекомендуется организовывать следующие *типы уроков*: урок комплексного обобщения и контроля знаний и умений (УКОКЗУ); урок обобщения и систематизации знаний (УОСЗ); комбинированный урок (КУ).

Подготовка к уроку. Перед тем как предложить учащимся решить экспериментальную задачу или выполнить лабораторную практическую работу с применением портативного оборудования, преподавателю необходимо ознакомиться с предлагаемыми методиками исследования (анализа) по выбранным показателям.

Перед проведением учебного занятия необходимо провести подготовку класса или лаборатории к практической работе учащихся. Например, необходимо подготовить столы для проведения практических работ из расчёта разделения всего коллектива учащихся на две параллельно работающие группы: группа выполняющих исследовательскую работу и группа выполняющих контролирующее задание. Если в кабинете нет лабораторных столов, то будет удобно сдвинуть несколько парт попарно длинными сторонами. Затем на столы следует выставить те модули из состава ШХЭЛ, которые необходимы для проведения исследований объекта по заранее определённым показателям, разместить необходимое количество наборов учащихся.

На оставшиеся несдвинутыми парты раздаются условия контролируемых заданий и, при необходимости, бланки для заполнения ответов к ним.

Заблаговременно перед проведением практического занятия рекомендуется:

- выдать домашнее задания учащимся по повторению пройденного материала, актуального для успешного проведения практической исследовательской работы;

- составить несколько вариантов контролирующих заданий;
- составить задания для практического определения двух показателей с использованием модулей ШХЭЛ;

- подготовить раздаточный дидактический материал (карты инструкции);
- при необходимости подготовить модельные растворы для исследований.

Особое внимание следует уделить разработке технологической карты учебного занятия. Примерный план-конспект с технологической картой урока приведён в приложении № 2.

4.4.2. Методика организации деятельности учащихся в ходе практического учебного занятия с применением портативного оборудования на примере использования модулей ШХЭЛ



В данном разделе предлагается один из возможных вариантов организации комплексного урока с лабораторной работой.

На лабораторном столе (или двух сдвинутых вместе столах учащихся) размещаются секционный модуль ШХЭЛ для определения одного показателя (например, анионов аммония) и два набора учащегося.

На другом лабораторном столе размещаются секционный модуль ШХЭЛ для определения другого показателя (например, хлорид-анионов) и также два набора учащегося.

В начале учебного занятия (в условиях урочной деятельности рекомендуется проводить спаренный урок, в условиях внеурочной работы — полтора-часовое занятие) всему коллективу учащихся предлагается проблемная экологическая ситуация (она же — экспериментальная задача), обсуждаются пути её решения с точки зрения химии, обсуждаются методы исследования контролируемых показателей. Обсуждение проводится с опорой на знания учащихся о свойствах исследуемых химических соединений, типах, механизмах, условиях проведения реакций. Объясняются особенности оформления отчёта и правила безопасной работы. Учитель знакомит учащихся с критериями оценки их деятельности в ходе исследования и проверки пройденного материала.

Далее учебный коллектив (25–30 человек) делится на 2 группы: одна группа (12–15 человек) выполняет индивидуальное контролирующее задание на протяжении 15–30 мин; другая группа делится на 4 малые группы. Таким образом, с каждым модулем работает по две группы из 2 или 3 человек. Группы выполняют исследование на содержание определённого химического компонента в реальном объекте окружающей среды (вода, водосодержащая среда, почвенная вытяжка).

Работа с секционными модулями ШХЭЛ проста, в описаниях работ доступно и понятно изложен алгоритм выполнения определения (см. разделы № 6–9). Пошаговые описания выполнения определений с необходимыми справочными материалами приведены в настоящем пособии в описаниях соответствующих практических работ и могут быть растиражированы учителем и в требующемся количестве прилагаться на занятия к каждому модулю ШХЭЛ. Если учитель сочтёт необходимым, он может предложить учащимся предварительно ознакомиться с процедурой выполнения определений, воспользовавшись текстовыми и видеоматериалами, размещёнными в сети Интернет (см. приложение 3).

В приложении 3 приведены ссылки на информационно-обучающие интернет-ресурсы, иллюстрирующие выполнение химико-экологических лабораторных и проектно-исследовательских работ. Данный материал составлен на основании многолетнего опыта работы педагогов учреждений Российской Федерации. Материалы доступны в открытом доступе и представлялись на конкурсы, семинары, конференции и т. п. в мероприятиях Учебного центра ЗАО «Крисмас+». Ссылочные материалы содержат, как правило, общее описание технологий работы с различными средствами оснащения, а также описания типичных лабораторно-практических и проектно-исследовательских работ экологической направленности, выполнявшихся учащимися с применением рассматриваемого в настоящем практикуме оборудования.

Учащиеся проводят эксперимент в соответствии с приведённой в описании методикой работы, делают в рабочей тетради все необходимые записи и расчёты, убирают рабочее место и переходят к следующему модулю. За одно занятие каждой группой могут выполняться задания с использованием нескольких модулей. Группа моет химическую посуду и раскладывает по местам все используемые материалы после прохождения последнего модуля.

Затем группы учащихся, выполнивших практические исследовательские работы, меняются местами с группой, выполнявшей контролирующее задание. Теперь она в свою очередь выполняет практическую работу, а другая группа, наоборот, — контролирующее задание.

В условиях урочной деятельности по завершении учебного занятия педагог имеет возможность поставить учащимся сразу две оценки.

4.4.3. Организация проектной исследовательской работы с применением портативного оборудования и функции участников образовательного процесса

Использование метода проектов в дополнение к классно-урочной системе обучения способствует повышению мотивации к изучению химии и смежных предметов, знание которых востребовано в решении конкретной проблемы. Учащиеся, готовя материал для проекта, могут проводить эксперименты во внеурочное время. Результаты эксперимента могут быть использованы учителем в ходе уроков обобщения и закрепления материала.

Функции учителя при работе учащихся над проектом/исследованием состоят в том, что он:

- помогает в постановке исследовательской и экспериментальной задачи;
- помогает учащимся в поиске нужной информации;
- сам является источником информации;
- координирует весь процесс;
- мотивирует и поощряет учеников;
- оказывает помощь в ходе выбора метода исследования;
- обучает новым методикам проведения эксперимента;
- помогает в освоении информационных технологий,
- оказывает помощь в ходе подготовки к публичному представлению и защите проекта.

Данные, полученные в ходе практической работы — инструментального исследования, сами по себе результатом проекта не являются. На их основе делается заключение, по которому выстраиваются выводы и рекомендации, направленные на разрешение выделенной перед началом исследования проблемы / исследовательской задачи. Оформляется паспорт проекта. При работе над проектом учителю следует помнить о том, что результат проектной деятельности всегда должен быть материален. Результаты, полученные в ходе исследования, представляются в виде продукта, применимого в образовательном процессе или просветительской экологической деятельности: буклета, презентации, видеоролика, доклада, игры и т. п.

Школьная исследовательская работа выполняется по аналогии с различными выпускными квалификационными работами (дипломные работы, магистерские диссертации) учреждений высшего профессионального образования, т. е. включает этапы целеполагания, информационно-поисковый, теоретико-обобщающий, экспериментально-аналитический, результативно-оценочный. На каждом этапе происходит формирование и развитие соответствующих общеучебных, а также и специфических исследовательских умений:

- на этапе целеполагания формируется осознание цели исследования, постановка задач и разработка плана действия;
- на информационно-поисковом — библиотечно-библиографические умения: пользоваться справочно-библиографическими материалами, осуществлять поиск, отбор, обработку информации, используя библиографические данные, составлять библиографическое описание источника литературы на основе действующего ГОСТа;
- на теоретико-обобщающем этапе происходит формирование умения правильно выделять те теории, на которые будет необходимо опираться при проведении учебного эксперимента, раскрыть сущность теорий, обобщить теоретические положения, установить их взаимосвязь, правильно использовать на различных этапах работы;
- на экспериментально-аналитическом этапе отрабатывается навык обращения с лабораторной посудой, оборудованием, проведения лабораторных операций по синтезу и анализу химических веществ. Происходит совершенствование умений вести наблюдение за поставленным экспериментом, распознавать вещества по свойствам, используя химические и физико-химические методы, описывать наблюдаемые процессы вещества, делать выводы на основе наблюдений;
- на результативно-оценочном этапе формируются умения интерпретировать полученные результаты, соотнося цели и результаты. Также совершенствуются умения наглядно представить полученные результаты с помощью символично-графических средств. Необходимым является умение написать работу в соответствии с требованиями в электронном и печатном варианте. Также, результативно-оценочный этап включает создание презентации, включающей таблицы, графики и схемы; выступление с докладом.

В содержании исследовательских работ можно выделить два направления: мониторинговые исследования объектов окружающей среды и исследования прикладного характера (анализ продуктов питания, моющих средств и т. д.).

Исследовательскую работу рекомендуется оформлять в соответствии с общепринятыми требованиями, согласно которым она должна содержать следующие разделы: титульный лист, оглавление, введение (раскрывающее актуальность темы, цель и задачи), обзор литературы, методы проведённых исследований, результаты исследований и их обсуждение, выводы, список печатной литературы по теме, интернет-публикации и приложения.

Исходя из требований к оформлению исследовательской работы и критериев её оценки, учащимся следует обратить внимание на единство и взаимообусловленность следующих звеньев логической цепочки:

тема работы → цель работы → задачи работы → подбор источников информации и методов → результаты → выводы по работе

Педагогический эффект от выполнения учащимися химико-экологических проектных исследовательских работ заключается в глубоком, прочном и осознанном усвоении химических и эколого-химических знаний как результата создания и поддержания высокого уровня познавательного интереса, формирования допрофессиональной экологической и предметной познавательной компетентности учащихся, потребности в дальнейшем самообразовании.

Перечень примерных направлений исследования для проектных работ учащихся 8–11 классов приведён в приложении 4.

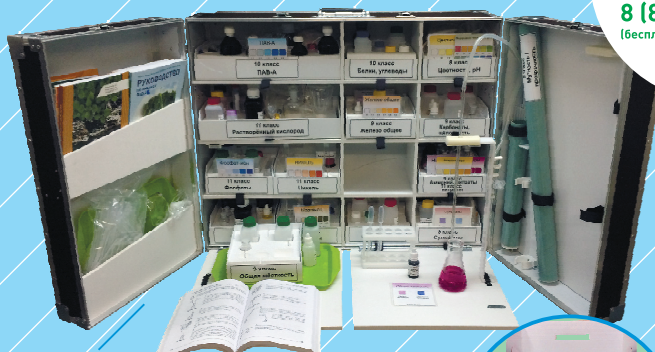
С общей методикой реализации практических работ в школьном курсе химии можно познакомиться, изучив источники, приведённые в разделе «Рекомендуемая литература» настоящего издания. В этих работах приводятся обоснованные методические рекомендации по реализации практических работ учащихся в свете действующих ФГОС по химии с 8 по 11 класс:

- по реализации научно-методических подходов к определению содержания практических работ учащихся в базовом образовательном курсе химии;
- по организации натуральных химических экспериментов в школе в урочное и внеурочное время;
- по организации и проведению контрольных измерительных мероприятий, связанных с оценкой умения учащихся выполнять практические экспериментальные действия и т. д.
- по выполнению химического анализа с применением тест-комплектов и экспресс-лабораторий производства ЗАО «Крисмас+»;
- по формированию универсальных учебных действий на уроках химии, а также предметных компетенций;
- по организации внеклассной и внеурочной работы в процессе преподавания химии.

Оборудование из состава учебно-методического комплекта «Школьный химико-экологический практикум» (УМК ШХЭЛ)

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
Крисмас
shop.christmas-plus.ru

8 (800) 302-92-25
(бесплатный звонок по России)



Укладка-лаборатория
учителя ШХЭЛ

Набор учащегося ШХЭЛ для
химико-экологического практикума



Ранцевая лаборатория
исследования водоёмов НКВ-Р



ТЕСТ-КОМПЛЕКТЫ
И ТЕСТ-СИСТЕМЫ

Мини-экспресс-лаборатория
учебная «Пчёлка-У/хим»

ЗАО «Крисмас+»

Главный офис
191119, г. Санкт-Петербург,
ул. Константина Заслонова, д. 6
+7 (812) 575-50-81, 575-55-43,
575-57-91, 575-54-07
+7 (800) 302-92-25, бесплатный
звонок по России
info@christmas-plus.ru
christmas-plus.ru, крисмас.пф,
shop.christmas-plus.ru

**Производственно-лабораторный
комплекс**
191180, г. Санкт-Петербург,
набережная реки Фонтанки, д. 102
+7 (812) 575-88-14 (дирекция)
f102@christmas-plus.ru

Учебный центр

191119, г. Санкт-Петербург,
ул. Константина Заслонова, д. 6
+7 (800) 302-92-25, бесплатный звонок по России
metodist@christmas-plus.ru, info@christmas-plus.ru
u-center.info

Эксклюзивный дилер в Москве

127247, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 96, корп. 2
+7 (917) 579-66-02
n-chemyh@christmas-plus.ru,
info@ecolglab.ru
ecolglab.ru



ISBN 978-5-89495-297-0



9 785894 952970 >



Система менеджмента
качества предприятия
сертифицирована
на соответствие требованиям
международного стандарта
ISO 9001