

ЛАБОРАТОРНОЕ И УЧЕБНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКИ

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+»

**Крисмас**<sup>®</sup>

[christmas-plus.ru](http://christmas-plus.ru)

[крисмас.рф](mailto:крисмас.рф)

[shop.christmas-plus.ru](http://shop.christmas-plus.ru)

С. П. Данченко, А. Г. Муравьев

# ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Практикум  
по обнаружению  
и оценке факторов  
радиационной  
и химической  
опасности

Санкт-Петербург

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+»

С. П. Данченко, А. Г. Муравьев

# **ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Практикум по обнаружению  
и оценке факторов радиационной  
и химической опасности**

**Методическое пособие**

Санкт-Петербург

2024

УДК 372.862.614.8.084(072)

ББК 74.266.89

Д19

*Сведения об авторах:*

*Данченко Сергей Петрович*, канд. пед. наук, преподаватель-организатор ОБЖ высшей категории, автор ряда учебно-методических пособий по методике преподавания ОБЖ в начальной и средней школе.

*Муравьёв Александр Григорьевич*, канд. хим. наук, директор производственно-лабораторного комплекса ЗАО «Крисмас+», руководитель учебного центра, ведущий разработчик оборудования для экспресс-контроля окружающей среды учебного и профессионального применения, автор ряда руководств и учебно-методических пособий, а также патентов и изобретений.

*Рецензенты:*

*Бойков Александр Евгеньевич*, канд. пед. наук, доцент кафедры методики обучения безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена».

*Костецкая Галина Анатольевна*, канд. пед. наук, доцент кафедры педагогики окружающей среды, безопасности и здоровья человека, ГБУ ДПО «Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования»

**Данченко, Сергей Петрович.**

Д19 Основы безопасности жизнедеятельности. Практикум по обнаружению и оценке факторов радиационной и химической опасности : метод. пособие / С. П. Данченко, А. Г. Муравьёв. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Крисмас+, 2024. — 136 с. : ил.

ISBN 987-5-89495-290-1

Пособие содержит сведения, позволяющие проводить в курсе ОБЖ практические занятия с обучающимися 8–11 классов общеобразовательных организаций, а также в учреждениях среднего профессионального образования. Практикум пособия включает практические работы и ситуационные задачи. Материал согласуется с обновлёнными федеральными государственными образовательными стандартами основного и среднего общего образования. Учтены изменения, вносимые в программы ОБЖ в связи с обновлением стандартов, а также изменением международной ситуации.

Книга является пособием для учителя ОБЖ по применению учебно-методического комплекта «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО), производимого научно-производственным объединением ЗАО «Крисмас+».

УДК 372.862.614.8.084(072)

ББК 74.266.89

ISBN 987-5-89495-290-1

© ЗАО «Крисмас+», 2024

**В полном (не сокращённом) варианте данное издание руководства доступно:**

- 1) в составе сопроводительной документации к поставляемой продукции "Учебно-методический комплект «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО) (Мини-экспресс-лаборатория радиационно-химической разведки)";
- 2) при заказе документации через интернет-магазин на сайте <https://shop.christmas-plus.ru/>
- 3) в размещённой библиотеке изданий ЗАО "Крисмас+" на сайте <https://elibrary.ru/>.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к третьему изданию.....	5
Введение.....	6
<b>1. Общие сведения о практикуме в курсе ОБЖ.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Общая информация об оценке факторов радиационной и химической опасности.....</b>	<b>9</b>
2.1. Значение оценки факторов радиационной и химической опасности в курсе ОБЖ.....	9
2.2. Экологическое состояние окружающей среды и здоровье человека.....	13
2.2.1. Химические факторы окружающей среды и их влияние на здоровье и жизнедеятельность человека.....	13
2.2.2. Физические факторы окружающей среды и их влияние на здоровье и жизнедеятельность человека.....	19
2.2.3. Воздействие радиоактивного излучения на человека в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.....	26
2.3. Межпредметные связи при изучении факторов радиационной и химической опасности.....	29
2.4. Учебно-материальная база для практических занятий.....	30
2.4.1. Правила укладки и хранения оборудования.....	31
2.4.2. Тест-системы для экспресс-оценки химических параметров.....	32
2.4.3. Индикаторные трубки и аспиратор.....	34
2.4.4. Портативная мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У».....	37
2.4.5. Приборы радиационного и дозиметрического контроля.....	40
2.4.6. Учебно-методический комплект «Факторы радиационной и химической опасности».....	41
2.5. Меры безопасности при оценке факторов радиационной и химической опасности.....	46
2.5.1. Общие правила работы.....	46
2.5.2. Меры безопасности при оценке факторов химической опасности.....	46
2.5.3. Правила обращения с приборами радиационного контроля.....	49
<b>3. Основы радиационного и химического контроля окружающей среды и продуктов питания.....</b>	<b>50</b>
3.1. Источники и характер радиационной и химической опасности.....	50
3.2. Контроль радиоактивного загрязнения местности и продуктов питания.....	55
3.2.1. Явление радиоактивности. Свойства радиоактивных излучений.....	55
3.2.2. Единицы измерения радиоактивности.....	59
3.2.3. Радиационный контроль и дозиметрия. Приборы для измерения дозы и мощности дозы радиации.....	60
3.2.4. Методика проведения занятий по измерению радиоактивных излучений.....	62
3.3. Контроль химического загрязнения окружающей среды и продуктов питания.....	65
3.3.1. Контроль химического состава воздуха с применением индикаторных трубок.....	65
3.3.2. Тестирование загрязнения воздуха безаспирационными тест-системами.....	72
3.3.3. Тестирование загрязнённости воды и водных вытяжек.....	75
3.3.4. Оценка загрязнённости продуктов питания нитратами.....	79
3.4. Особенности методики проведения занятий по оценке аварийно химически опасных веществ.....	82

<b>4. Практические работы</b> .....	86
4.1. Практическая работа «Измерение мощности дозы $\gamma$ -излучения бытовым дозиметром» .....	86
4.2. Практическая работа «Определение наличия радиоактивного загрязнения продуктов питания и воды» .....	88
4.3. Практическая работа «Исследование содержания в воздухе АХОВ с применением индикаторных трубок на примере углекислого газа» .....	90
4.4. Практическая работа «Приготовление модельных загрязнений воды аварийно химически опасными веществами и их экспресс-анализ с применением тест-систем» .....	92
4.5. Практическая работа «Определение содержания нитратов в овощах и фруктах» .....	95
4.6. Практическая работа «Измерение содержания аммиака в воздухе» .....	97
4.7. Практическая работа «Исследование загрязнённости воздуха парами ртути» .....	99
4.8. Практическая работа «Измерение содержания углекислого газа в выдыхаемом воздухе» .....	101
4.9. Практическая работа «Измерение уровня запылённости пришкольной территории» .....	103
<b>5. Ситуационные задачи</b> .....	105
5.1. Ситуационные задачи как составная часть обучения практическим умениям и навыкам .....	105
5.2. Ситуационные задачи по обнаружению и оценке факторов радиационной опасности .....	107
А. В условиях повседневной деятельности .....	107
Б. При аварии на радиационно опасном объекте .....	109
5.3. Ситуационные задачи по обнаружению и оценке факторов химической опасности .....	111
А. Определение вида химической опасности и её оценка .....	111
Б. Определение направления выхода из зоны заражения АХОВ .....	114
<b>Приложение 1</b>	
Среднесуточные предельно допустимые концентрации некоторых взвешенных веществ (пылей), мг/м <sup>3</sup> .....	117
<b>Приложение 2</b>	
Основные свойства приоритетных загрязнителей воздушной среды .....	118
<b>Приложение 3</b>	
Основные характеристики наиболее распространённых приборов дозиметрического и радиационного контроля .....	121
<b>Приложение 4</b>	
Оснащения кабинета ОБЖ .....	123
<b>Приложение 5</b>	
Информационно-методические видеоматериалы к учебно-методическому комплексу «Факторы радиационной и химической опасности» .....	126
<b>Словарь терминов</b> .....	128
<b>Литература</b> .....	131

---

## Предисловие к третьему изданию

В последние годы в курсе ОБЖ произошли значительные изменения в связи с принятием обновлённой предметной концепции преподавания ОБЖ, новых и обновлённых федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). В соответствии с обновлениями ФГОС разработаны и введены в практику преподавания федеральные рабочие программы (ФРП) по ОБЖ. Это позволяет образовать единое образовательное пространство по предмету на всей территории России.

Предмет ОБЖ является самым динамичным из всех школьных предметов. Изменения, происходящие в различных сферах жизнедеятельности человека, обуславливают выработку мер безопасности, которые постоянно отражаются на его содержании. Терроризм, COVID-19, специальная военная операция (СВО) — эти и другие события и явления жизни страны и общества, относимые к чрезвычайным ситуациям (ЧС), оказывают влияние на содержание ОБЖ. Поэтому в ФРП по ОБЖ большее внимание следует уделять вопросам немирной, военной составляющей, защите Родины, а также соответствующим навыкам обеспечения жизнедеятельности.

В связи с этим в настоящем, *третьем*, издании пособия необходимое внимание уделено методическим и содержательным аспектам исследования факторов радиационной и химической опасности ЧС мирного и военного времени и защите от них. Рассмотрены особенности воздействия радиоактивного излучения в различных чрезвычайных ситуациях. В раздел «Ситуационные задачи» включены задания по обнаружению и оценке факторов радиационной и химической опасности, возникающие в ЧС, и способы защиты от них.

*Сергей Петрович Данченко,  
Александр Григорьевич Муравьев*

## Введение

На этапе общего образования в курсе основ безопасности жизнедеятельности (ОБЖ) учащиеся изучают опасности, возникающие в повседневной жизни, чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, социальные опасности. Известно, что навыки безопасного поведения, адекватных защитных действий вырабатываются в процессе преодоления экстремальных ситуаций. Поэтому курс ОБЖ предполагает не только теоретическое изучение опасностей, факторов их проявления и защиты от них, но и практические методы защитных действий. В ходе реализации практических занятий для выявления опасностей и выбора защитных действий используются следующие формы:

- натурные практические занятия в случае угрозы или возникновения природных опасностей;
- занятия, предусматривающие моделирование опасных техногенных и антропогенных факторов. Применение данных форм практических занятий позволит школьникам измерить, оценить, сравнить эти факторы с допустимыми значениями и определить способы защиты от них.

Пособие предназначено для обучения учащихся оценке факторов радиационной и химической опасности соответствующими средствами контроля состояния окружающей среды и продуктов питания. Овладение практическими умениями и навыками оценки факторов радиационной и химической опасности не даёт человеку гарантии успешного выхода из экстремальной ситуации, но при попадании в зону радиационной или химической опасности придаёт уверенность действиям по защите.

Настоящее пособие содержит сведения, позволяющие проводить практические работы по оценке факторов радиационной и химической опасности в школьном курсе ОБЖ с учащимися 8–11 классов. Приведённый материал согласуется с федеральным государственным общеобразовательным стандартом и учитывает изменения, внесённые в содержание программы ОБЖ, в том числе касающиеся условий мирного и военного времени. В главах книги предложены основные теоретические сведения об оцениваемых факторах опасности природного и техногенного происхождения, состав и характеристики применяемого оборудования, методические рекомендации для учителей и преподавателей — организаторов ОБЖ, карты-инструкции к проведению практических работ для обучающихся, ситуационные задачи, разнообразные справочные материалы и др.

Практикум проводится на учебно-материальной базе школьных кабинетов и центров ОБЖ, а также учебных лабораторий. Описанные практические работы могут также выполняться в полевых условиях.

Пособие является руководством по применению учебно-методического комплекта «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО), производимого научно-производственным объединением ЗАО «Крисмас+».

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРАКТИКУМЕ В КУРСЕ ОБЖ

Практические занятия в курсе ОБЖ предназначены для формирования практических умений и навыков, позволяющих обеспечивать защиту жизни и здоровья обучающихся в современных условиях жизнедеятельности. Реализация практических занятий определена Концепцией преподавания ОБЖ (2018) как «использование практико-ориентированных форм обучения» и «решение ситуационных задач, отражающих повседневную действительность»<sup>1</sup>. Как следует из Концепции, практикум по ОБЖ включает практические занятия и решение ситуационных задач. С 2023/2024 учебного года школы РФ на основе разработанных обновлённых ФГОС для всех ступеней общего образования переходят на единые федеральные рабочие программы (ФРП) по всем предметам. В ФРП по ОБЖ предусматривается использование практико-ориентированных форм проведения занятий. «Такой подход содействует закреплению навыков, позволяющих обеспечивать защиту жизни и здоровья человека, формированию необходимых для этого волевых и морально-нравственных качеств»<sup>2</sup>.

На практических занятиях в школе (упражнения, лабораторные и другие работы) обучающиеся убеждаются в достоверности полученных теоретических знаний. В структуру практических занятий — практикума по ОБЖ включены практические работы, а также ситуационные задачи различной степени трудности: от репродуктивных до уровня функциональной грамотности. Для достижения результата обучения на уровне функциональной грамотности, т. е. умения применять практические навыки в реальных жизненных ситуациях, в основу практикума включена деятельностная компонента<sup>3</sup>. Например, при возникновении опасности радиоактивного или химического поражения обучающийся не только должен уметь оценивать ситуацию и знать возможные способы защиты, необходимо, чтобы он на практике, используя то или иное средство

---

<sup>1</sup> Концепция преподавания учебного предмета «Основы безопасности жизнедеятельности» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы. Утверждена Решением Коллегии Минпросвещения России, протокол от 24 декабря 2018 г. № ПК-1вн [Электронный ресурс] // Банк документов Министерства просвещения Российской Федерации. Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/df9e8baa129e02af6fc774b51703d16a/> (дата обращения: 03.04.2023).

<sup>2</sup> Федеральная рабочая программа основного общего образования. Основы безопасности жизнедеятельности (для 8–9 классов образовательных организаций) [Электронный ресурс] // Институт стратегии развития образования. Режим доступа: [https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/31\\_frp\\_obzh\\_8-9-klassy.pdf](https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/31_frp_obzh_8-9-klassy.pdf) (дата обращения: 03.04.2023).

<sup>3</sup> Современные педагогические технологии основной школы в условиях ФГОС / О.Б. Даурова, Е.В. Иваньшина, О.А. Ивашедкина [и др.]. СПб., 2014.

индивидуальной защиты, сумел его применить. Деятельностная компонента практических работ часто используется на уроках ОБЖ при оказании первой помощи: при наложении кровоостанавливающего жгута, иммобилизационных шин, бинтовании с помощью бинтов и косынок, проведении реанимационных мероприятий; при изучении ориентирования на местности, вязании туристских узлов; при знакомстве с противогазом и, возможно, по другим изучаемым темам. В частности, в помощь преподавателю издано пособие «Практические работы на уроках и во внеурочной деятельности» для учащихся 5–11 классов. Различные практические работы предусматривают проведение исследований, моделирование и анализ ситуаций, проектирование, физические действия обучающихся. В пособии даны методические рекомендации по проведению работ, планируемые предметные, метапредметные и личностные результаты<sup>4</sup>.

К трудностям в достижении обучающимися результатов при решении задач практикума на уровне функциональной грамотности можно отнести:

- применение результатов учебной задачи в условиях реальной практической задачи;
- представление реальной ситуации по решаемой учебной модели;
- составление плана действий в смоделированной ситуации для её решения.

---

<sup>4</sup> Данченко С.П. Основы безопасности жизнедеятельности. Практические работы на уроках и во внеурочной деятельности. 5–11 классы. Волгоград, 2016.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

### 2.1. Значение оценки факторов радиационной и химической опасности в курсе ОБЖ

В процессе жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует с окружающей средой. Это взаимодействие бывает благоприятным или неблагоприятным. Оно может изменяться от позитивного до разрушительного, сопровождающегося гибелью людей, необратимыми изменениями в окружающей среде. Результат неблагоприятного взаимодействия определяется опасностью — негативным воздействием в системе «человек — окружающая среда» или «человек — человек»<sup>5</sup>.

**Опасность** — негативное свойство живой и неживой материи, способное причинить ущерб самой материи: людям, природе, материальным ценностям. Опасность можно определить как ситуацию, в которой возможно возникновение явлений или процессов, способных поражать людей, наносить материальный ущерб, оказывать разрушительные воздействия на окружающую среду. Таким образом, понятие «опасность» отражает возможность (вероятность) возникновения или проявления вредных, травмирующих воздействий.

**Вредное воздействие** — это такое воздействие, которое создаёт угрозу жизни или здоровью человека современного или будущих поколений.

Причину, движущую силу какого-либо процесса, явления, определяющую его характер или отдельные его черты, называют **фактором**.

Действие техногенных опасностей и факторов окружающей природной среды проявляется при возникновении опасных природных явлений, стихийных бедствий, аварий и катастроф, а также в повседневной жизнедеятельности, что приводит к глобальному загрязнению атмосферы, воды, почв. Химические, физические, биологические и другие виды загрязнений окружающей среды оказывают вредное влияние прежде всего на здоровье человека. Элементы среды, воздействующие на живые организмы, называют экологическими факторами. Если в настоящее время здоровье населения России зависит от качества окружающей среды на 20–40%, то при сохранении нынешних темпов развития

---

<sup>5</sup> Русак О.П., Малаян К.Р., Занько И.Г. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие. СПб., 2000.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ...

---

промышленности через 30–40 лет эта зависимость может достигнуть 50–70%. Это означает, что значимость экологически опасных факторов окружающей среды неуклонно возрастает по отношению к здоровью и безопасности человека.

В безопасности жизнедеятельности выделяют **опасные факторы** (факторы опасности), способные при определённых условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибель организма, и **вредные факторы**, отрицательно влияющие на жизнедеятельность человека и вызывающие его заболевание<sup>6</sup>.

Факторы, влияющие на жизнедеятельность живых организмов, в том числе человека, классифицируют по разным основаниям. Наиболее часто употребляют классификацию, которая подразделяет их:

- на абиотические (климатические, химические, физические и т. п.);
- биотические (различные виды взаимодействий растений, животных, микроорганизмов);
- антропогенные (обусловлены деятельностью людей)<sup>7</sup>.

Поскольку человек является биосоциальным существом, к этим факторам можно добавить ещё социальные. По другой классификации все факторы подразделяются:

- на зависящие от плотности популяции живых организмов (например, масштабы поражения отравляющим веществом зависят от плотности населения, проживающего в районе аварии);
- не зависящие от плотности популяции живых организмов (например, воздействие такого опасного природного явления, как сильный мороз).

Классификация А.С. Мончадского предусматривает следующие факторы:

- первичные периодические (дневная, сезонная, лунная, годовая и другая периодичность, от которой зависят изменения температуры, освещённости, приливы и отливы и т. д.);
- вторичные периодические (следствие проявления первичных периодических факторов, например, низкая температура местности с влажным морским климатом сильнее действует на организм человека, чем такая же температура в местности с сухим континентальным климатом);
- непериодические факторы (в нормальных условиях жизнедеятельности эти факторы не проявляются; они начинают воздействовать неожиданно, например, природные опасные явления, аварии, катастрофы).

Всё многообразие факторов, влияющих на жизнедеятельность и здоровье человека, интегрируется в окружающую человека среду, определяя её качество (приведена на рис. 1).

---

<sup>6</sup> Белоус Д.А. Радиация, биосфера, технология. СПб., 2004.

<sup>7</sup> Практикум по оценке качества и безопасности пищевых продуктов: методическое пособие для учителя. СПб., 2020.



Рис. 1. Многообразие факторов, воздействующих на человека

Для количественной оценки факторов радиационной и химической опасности применяют нормативные показатели, имеющие конкретные значения для каждого вещества. Нормативные показатели устанавливают на основе специальных исследований или в результате экспертных оценок. Основными показателями являются доза и концентрация.

**Доза** — показатель, определяющий количество опасного вещества, поглощённого средой, отнесённого к единице её массы или объёма. Например, количество аварийно химически опасных веществ (АХОВ), поступивших в организм человека, соотносят с массой его тела<sup>8</sup>.

В качестве показателя концентрации часто используют величину предельно допустимой концентрации (ПДК). **Под ПДК опасного вещества понимают такую его концентрацию в воздухе, в воде или в продуктах питания, которая не наносит вреда здоровью человека при длительном воздействии**

<sup>8</sup> Белоус Д.А. Указ. соч.

**и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.** Нормы ПДК представляют собой компромисс между допустимым и реальным уровнем загрязнения окружающей среды.

Возможные пути воздействия факторов радиационной и химической опасности на человека: при вдыхании, с пищей и водой, при наружном воздействии на кожу. Являясь по сути случайными, непериодическими, проявляющимися в аварийных ситуациях, эти факторы не вызывают у человека физиологической адаптации. Поэтому необходима обязательная защита от их воздействия как при непосредственном влиянии, так и опосредованном. Например, влияние радиоактивности на человека возможно непосредственно при радиоактивном облучении. Однако радиоактивные элементы, которые распадаются многие годы, включаются в биогеохимические циклы круговорота веществ, распространяются в пространстве, попадают в почву, воду и в дальнейшем через пищевые цепи в организм человека.

Как показывает многолетний опыт, специфика организации практических действий в аварийных ситуациях с химическими и радиоактивными веществами требует большого объёма первичной информации, определяющей обстановку в районе аварии. Значительное внимание в этих условиях придаётся усиленным активным защитным действиям населения по самоспасению, а не только пассивному ожиданию помощи от спасателей.

Эффективность защитных действий представляется возможной только при правильной оценке сложившейся обстановки, умении определять вид и степень химически и радиационно опасного воздействия. Такие умения обучающиеся приобретают в практических тренировках, при выполнении лабораторных работ.

## 2.2. Экологическое состояние окружающей среды и здоровье человека

### 2.2.1. Химические факторы окружающей среды и их влияние на здоровье и жизнедеятельность человека

Окружающая среда представляет собой единство атмосферы, водных объектов и воды, почвы, продуктов питания, объектов флоры и фауны. Каждая из её составляющих обладает своими собственными, специфическими только для неё свойствами.

К этим свойствам относятся пути и способы попадания, накопления и миграции химических элементов (соединений). Каждая среда выполняет свою особую и неповторимую роль в кругообороте веществ в природе. Попытка ответить на вопрос «Что есть химическое загрязнение окружающей среды?» неминуемо потребует охарактеризовать состояния «нормы» и «ненормы», причём их необходимо рассматривать применительно к конкретной среде.

Изучая действие, оказываемое химическим загрязнением, необходимо иметь в виду, что опасность представляют не только аварийные ситуации, когда концентрации химических веществ превышают предельно допустимые. Опасным также может быть загрязнение окружающей среды веществами в концентрациях меньше, чем предельно допустимые. В этом случае вредное воздействие проявляется в постепенном накоплении химического загрязнителя. Воздействие АХОВ на человека определяется в основном их опасным содержанием в воздухе, превышающим предельно допустимые концентрации, а также воздействием на человека. По характеру воздействия на человека АХОВ подразделяют на шесть групп<sup>9</sup>.

**Первая группа** — вещества с преимущественно удушающим действием: с выраженным (хлор) и слабым прижигающим действием (фосген, хлорпикрин).

**Вторая группа** — вещества преимущественно общеядовитого действия (угарный газ, синильная кислота).

**Третья группа** — вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием: с выраженным (нитрил акриловой кислоты) и слабым прижигающим действием (сернистый газ, оксиды азота).

**Четвёртая группа** — нейротропные яды (сероуглерод, фосфорорганические вещества).

---

<sup>9</sup> Максимов М.Т. Защита от сильнодействующих ядовитых веществ: эскизы декораций. М., 1993.

**Пятая группа** — вещества, обладающие удушающим нейротропным действием (аммиак).

**Шестая группа** — метаболические яды, т. е. вещества, нарушающие обмен веществ в организме (диоксины).

В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 химические вещества по степени вредного воздействия подразделяются на 4 класса опасности: 1 — чрезвычайно опасные; 2 — высоко опасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные.

Загрязняют окружающую среду различные источники газообразных выбросов (промышленные предприятия, транспорт, пожары). Они выбрасывают в атмосферу значительное количество вредных химических веществ: оксиды серы и азота, углеводороды, сероводород, оксиды углерода и др. Эти вещества не только непосредственно негативно воздействуют на здоровье человека, но и поглощаются атмосферными осадками, которые выпадают на землю в виде кислотных дождей или снега. Особенно выражено вредное воздействие загрязнения воздуха в районах, расположенных вблизи промышленных предприятий. Здесь значительные концентрации промышленных выбросов приводят к полному уничтожению растительного покрова и образованию антропогенных пустошей.

Особую роль в ряду химических загрязнений воздуха занимает углекислый газ, являющийся естественным компонентом воздушной среды и в то же время одним из распространённых техногенных загрязнителей. Этот газ выделяется в воздух всеми живыми существами. Кроме того, огромные количества этого газа выбрасываются в воздух при сгорании топлива, при пожарах, а также промышленными предприятиями.

Нормальное содержание углекислого газа в атмосфере составляет 0,03–0,04%. В этой концентрации газ не оказывает токсического действия на живые организмы, а растения даже усваивают его в процессе фотосинтеза.

Однако в избыточном количестве он вызывает снижение активности и повышенную утомляемость у людей. Величина концентрации углекислого газа в крови является одним из факторов, непосредственно влияющих на состояние организма. При его концентрации на уровне примерно 5% человек уже не может нормально работать, и появляется угроза удушья.

Этот фактор необходимо учитывать при длительном нахождении людей в загерметизированном помещении. Чем дольше находятся люди в помещении, тем больше выделяется углекислого газа, становится душно.

Так, в убежищах, предназначенных для укрытия населения, воздух должен содержать углекислого газа не более 1%, предельно допустимо 3%, иметь относительную влажность не более 70% (предельно допустимо 80%) и температуру не выше 23 °С (предельно допустим 31 °С). Эти нормы в совокупности

с предусмотренными режимами вентиляции позволяют населению находиться в убежище несколько суток.

При использовании для укрытия в школах классных помещений нет возможности очищать наружный воздух. Для определения допустимого времени нахождения в загерметизированном помещении (укрытии без воздухообмена) определённого объёма, для заданного количества укрываемых, необходимо произвести расчёты по наиболее критичному параметру — содержанию углекислого газа ( $\text{CO}_2$ )<sup>10</sup>.

Опытное определение концентрации углекислого газа в воздухе класса и выдыхаемом воздухе позволяет выявить условия, при которых можно повысить результативность занятий, а также получить представление о неблагоприятных и опасных ситуациях, связанных с высоким содержанием этого газа в воздухе (накопление углекислого газа в бытовых помещениях, сооружениях коллективной защиты, временных снежных укрытиях типа иглу и др.). Изменяя концентрацию углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе, можно изучать процесс дыхания человека. Получаемые количественные данные о концентрации этого газа можно связывать с состоянием работоспособности и здоровья человека, а также с другими показателями психофизиологического статуса организма.



***В настоящем практикуме экспериментальное определение концентрации углекислого газа в помещении, а также во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе предусмотрено методом экспресс-анализа с применением индикаторных трубок из состава мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У».***

Загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами, их растворимыми токсичными солями и комплексными соединениями (иногда очень устойчивыми) тоже представляет опасность для организма человека<sup>11</sup>. Наиболее распространёнными загрязнителями являются соединения свинца, меди, железа, ртути и кадмия.

Соединения свинца загрязняют воздух и почву, в которые они попадают преимущественно с выбросами некоторых промышленных предприятий и выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания. **Свинец** — это типичный химический токсикант. Загрязнение им объектов окружающей среды приводит к существенному снижению качества сельскохозяйственной продукции. В силу высокой токсичности соединений свинца и их кумулятивного (накопительного) поведения в организме возникают хронические отравления свинцом,

<sup>10</sup> Данченко С.П. Указ. соч.

<sup>11</sup> Худoley В.В., Мизгирев И.В. Экологически опасные факторы. СПб., 1996.

которые выражаются в головных болях, утомлении, ухудшении памяти, нарушении функции почек и т. д.

**Медь** для человека является микроэлементом. Содержание меди в виде различных соединений в человеческом организме составляет около 1 мг на 1 кг веса. Недостаток меди приводит к ухудшению состояния кровеносных сосудов, заболеванию костной системы, возникновению опухолей. Избыток же меди в различных тканях приводит к тяжёлым кожным заболеваниям (красной волчанке), артриту и др.

В организме человека весом 70 кг содержится примерно 3,5 г **железа** в виде различных соединений. Основная его масса находится в эритроцитах крови. Железо помогает захватывать кислород и отдавать его там, где он необходим. При недостатке железа наступает малокровие (анемия). Вместе с тем попадание значительного количества железа с продуктами питания и водой приводит к отравлениям и нарушению различных функций организма.

**Ртуть** широко используется в промышленности и сильно загрязняет окружающую среду, создавая *ртутную опасность*. Выбросы ртути в атмосферу составляют около 6 тыс. т ежегодно. Попадая в воду, соединения ртути накапливаются в планктоне, являющемся пищей для ракообразных и рыб. Люди, употребляя в пищу такие морепродукты и рыбу, получают отравление, приводящее к болезни Минамата. Болезнь проявляется в нарушении слуха, осязания, высокой частоте уродств у новорождённых детей.

**Кадмий** благодаря схожести химических свойств с кальцием способен замещать его при недостатке в костях скелета, что существенно уменьшает их механическую прочность. Кадмий весьма медленно выводится из организма, поэтому отравление может принимать хроническую форму. Характерным заболеванием при таком отравлении является болезнь итай-итай, впервые обнаруженная в Японии. Это заболевание приводит к поражению почек, нервной системы, деформации скелета, переломам костей.

Загрязнение **нефтепродуктами** опасно для окружающей среды прежде всего из-за нефтяной плёнки, препятствующей газообмену воды с атмосферой. Эта плёнка обволакивает находящиеся в воде водные организмы и жизненно важные компоненты. Растворённые и эмульгированные в воде органические соединения могут вывести из строя системы очистки, приводят к снижению концентрации растворённого в воде кислорода и другим вредным последствиям. Основные источники загрязнения воды нефтепродуктами — водный транспорт, поверхностный сток с городских территорий в период снеготаяния и ливневых дождей, аварийные разливы нефтепродуктов. Природная среда способна самоочищаться от нефтепродуктов за счёт их биохимического окисления

содержащимися в природной воде и почвенном растворе бактериями. Процесс биохимического окисления протекает с поглощением кислорода из воды, содержащейся в почве (почвенного раствора).

Многочисленную группу загрязнителей воды составляют **органические вещества**, относимые к АХОВ: красители, фенолы, пестициды и другие ксенобиотики (вещества, создаваемые в промышленных производствах, не существующие в природной среде и чуждые жизненным процессам). Они тоже являются токсикантами, влияющими на внутриводные окислительно-восстановительные и обменные процессы.

Содержание в воде **минеральных солей** (ионы калия, натрия, кальция, хлориды, сульфаты, карбонаты и гидрокарбонаты) является естественным показателем качества воды. Однако их избыточное содержание представляет опасность, прежде всего для одноклеточных (простейших) организмов, использующих осмос (процесс проникновения молекул растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор какого-либо вещества) как основной процесс обмена веществ со средой. Загрязнение минеральными солями приводит к повышению содержания солей в воде водоёмов и почвах, в результате чего происходит их засоление.

Серьёзную опасность представляет загрязнение почв **пестицидами**. Пестициды считаются ядохимикатами и используются для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. В настоящее время человеком используется свыше 400 различных пестицидов, но ПДК определены лишь для нескольких десятков из них. Наиболее стойкие и одновременно обладающие наибольшими кумулятивными свойствами — хлорорганические пестициды (классический пример — ДДТ). До 80% пестицидов адсорбируется гумусом. При этом время их жизни в почве возрастает, они проникают во все водоносные слои. Через несколько лет внесённые в почву пестициды могут быть обнаружены в воде колодцев на глубине до 50 м.

Загрязнение почвы может быть обусловлено и применением минеральных удобрений. Необходимость использования минеральных удобрений диктуется естественным изыманием из почвы биогенных (участвующих в формировании биомассы при выращивании сельскохозяйственных культур) элементов и соединений и необходимостью восполнения их убыли. Применение минеральных удобрений — масштабный и трудно контролируемый процесс, часто приводящий к значительному превышению вносимых количеств над требующимися для восполнения естественной убыли. Применение минеральных удобрений рассматривается некоторыми учёными как намеренное загрязнение почвы. Особенно остро стоит проблема азотных удобрений. Избыточный азот накапливается в основном в форме нитратов. **Нитраты** — это легкорастворимые

соли, в состав которых входит остаток азотной кислоты, которые вымываются из почвы дождевыми и талыми водами, переходя в грунтовые воды и близлежащие водоёмы.



*В настоящем практикуме изучение возможных загрязнений почвы предусмотрено путём экспресс-оценки качества зелени, овощей и фруктов по содержанию в них нитратов с применением тест-системы «Нитрат-тест», а также путём определения содержания тяжёлых металлов (соединений железа, хрома) в модельных образцах почвы с применением тест-систем «Железо общее», «Хромат-тест», входящих в состав мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У».*

**Запылённость воздуха** обусловлена твёрдыми частицами, присутствующими в единице объёма воздуха. Запылённость считается наиболее распространённым и значимым экологическим фактором среды обитания человека. Пылью считаются любые твёрдые частицы, взвешенные в воздухе. Опасность пыли для человека определяется её природой и концентрацией в воздухе. В 1 см<sup>3</sup> воздуха в закрытом помещении может содержаться до 10<sup>6</sup> пылинок различного размера, природы и степени опасности. Пыль может содержать органические вещества растительного, животного и антропогенного происхождения и неорганические вещества (частицы почвы, строительных материалов, синтетических моющих средств, различных химических веществ и др.). На пылевых частицах могут поселяться вредные микроорганизмы, адсорбироваться ещё более мелкие частицы вредных веществ (тяжёлых металлов, органических соединений). Наиболее токсична пыль, содержащая сложные белковые молекулы и простейшие организмы (живые и отмершие). Например, пыль белково-витаминного концентрата, пыль хитинового покрова отмерших бытовых насекомых (мух, тараканов, муравьёв и т. п.). Такая пыль при вдыхании и попадании на кожу (при контакте) может вызывать не только аллергические заболевания, но и (при попадании внутрь) отравления. Некоторые виды пыли (древесная, хлопковая, мучная и т. п.) вместе с атмосферным воздухом могут создавать взрывоопасные смеси. Значения ПДК для пыли различной природы приведены в приложении 1.

В домах и квартирах существует реальная проблема качества воздуха, основным источником загрязнения которого является пыль. Зная, что объём вдоха человека может составлять от 1 до 3 л воздуха, а человек в спокойном состоянии делает примерно 18 вдохов в минуту, проведя несложные практические исследования запылённости воздуха, можно оценить, какое количество пыли поступает в дыхательную систему за минуту.



*В настоящем практикуме изучение запылённости воздуха предусмотрено практически с применением прозрачной ленты с липким слоем (скотча). Работа такого содержания предусмотрена в разделе 4 «Карты-инструкции для проведения практических работ». При выполнении работы следует предварительно обсудить с учащимися ожидаемую степень запылённости: по площади загрязнения скотча; по характеру пыли и её физическим и химическим свойствам, размеру пылинок и т. д. Изучение запылённости проводится по загрязнению листьев. Это актуально ещё и потому, что зелёные насаждения в городской среде играют важную роль очистителя воздуха, осаждая на своей поверхности до 60% пыли.*

Воздействие вредных химических факторов на здоровье человека можно изучить на примерах влияния кислотности среды, никотина табачного дыма, антибиотиков, а также алкоголя и тяжёлых металлов на белки и ферменты. Методика изучения детально представлена в унифицированном экологическом практикуме<sup>12</sup>.

### 2.2.2. Физические факторы окружающей среды и их влияние на здоровье и жизнедеятельность человека

К экологически опасным физическим факторам окружающей среды относят электромагнитные поля и излучения (акустические, вибрационные, инфразвуковые, тепловые, световые, радиационные и некоторые другие). Высокие уровни воздействия различных физических излучений приводят к появлению специфических факторов экологической опасности, которые называются экологически опасными физическими воздействиями.

Различают два вида излучения — ионизирующее и неионизирующее.

Особенность **ионизирующего излучения** заключается в том, что при прохождении через вещество, в том числе и через живые ткани, оно отдаёт энергию атомам и молекулам этого вещества, разрывает химические связи молекул, тем самым вызывая биологические изменения. В результате этого нейтральные атомы и молекулы вещества становятся заряженными положительно или отрицательно. Этот процесс называется ионизацией, а заряженные атомы и молекулы называются ионами. Например, молекулы воды могут превращать-

---

<sup>12</sup> Муравьёв А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: учеб. пособие с комплектом карт-инструкций. СПб., 2020.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ...

ся в так называемые свободные радикалы, которые воздействуют на клетки биологической ткани, видоизменяя и разрушая их. К излучениям, способным приводить ионизацию вещества, относятся радиоактивные излучения.

**Радиация** — это излучение (испускание лучей, выделение лучистой энергии), идущее от какого-либо тела. Примерами радиации являются излучение света и тепла; волны, создаваемые в микроволновой печи; радиоволны; рентгеновское излучение и многие другие. Таким образом, любые ионизирующие или радиоактивные излучения являются радиацией, но не любая радиация является ионизирующей.

Известно, что радиоактивные (ионизирующие) излучения, воздействуя на живые организмы, за счёт своей энергии изменяют протекание в них биологических и физиологических процессов, нарушают обмен веществ, что приводит к различным заболеваниям, а иногда и смерти. Радиоактивное облучение может быть внешним и внутренним. Внешнее облучение обусловлено радиоактивно загрязнёнными объектами. Внутреннее облучение организма происходит при употреблении радиоактивно загрязнённых продуктов питания, воды, сельскохозяйственной продукции.

Существует два подхода, определяющих безопасное состояние человека при воздействии радиоактивных излучений в обычных (не чрезвычайных) условиях.

*Первый подход* основан на пороговом воздействии радиоактивного излучения на человека.

Для охраны здоровья людей от вредного воздействия радиоактивных излучений в процессе жизнедеятельности в России установлены предельно допустимые (безопасные) дозы радиации (ПДД). Они определяются и уточняются на основе санитарно-гигиенического подхода, предполагающего существование безопасной допустимой дозы радиации, превышение которой представляет опасность для человека. Для обоснования допустимых норм радиации во всём мире пользуются рекомендациями Международной комиссии по радиологической защите. С 1976 г. в нашей стране действуют Нормы радиационной безопасности (НРБ), уточнённые в 1987 г. и пересмотренные в 1996, 1999 и 2009 гг. (табл. 1).

Таблица 1

**Основные предельно допустимые дозы радиации**

Нормируемая величина	Дозовые пределы техногенного облучения		
	Работники I категории	Работники II категории	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год (в среднем за любые 5 лет, но не более 50 мЗв в год)	5 мЗв в год (в среднем за любые 5 лет)	1 мЗв в год (но не более 5 мЗв в год за 5 лет)

## 2.2. Экологическое состояние окружающей среды и здоровье человека

Указанные в табл. 1 работники I категории — это лица, постоянно или временно работающие непосредственно с источниками радиоактивных излучений; работники II категории — лица, которые не работают непосредственно с источниками радиоактивных излучений, но по условиям проживания могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ в аварийных ситуациях; население — остальные лица, не попадающие под категории работников. Радиационное облучение населения складывается из допустимого облучения от техногенных источников — 1 мЗв, облучения от естественных источников радиации — 2,4–2,9 мЗв и облучения во время медицинских обследований. Максимальное годовое облучение населения не должно превышать 5 мЗв.

Оценка качества продуктов питания регламентируется отраслевым документом Минздрава России «Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка. Методические указания по методам контроля». Допустимые значения заражения продуктов питания и воды представлены в табл. 2.

Таблица 2

### Допустимые значения заражения продуктов питания и воды по удельной активности изотопов радиоактивного цезия и радиоактивного стронция Ки/кг, Ки/л

Продукт	Удельная активность
Для изотопов радиоактивного цезия	
Вода питьевая	$5,0 \times 10^{-10}$
Молоко/сметана, творог, сыр, масло сливочное	$1,0 \times 10^{-8}$
Молоко сгущённое	$5,0 \times 10^{-10}$
Молоко сухое	$5,0 \times 10^{-8}$
Мясо, птица, рыба, яйца, мясные и рыбные продукты	$5,0 \times 10^{-9}$
Жиры растительные и животные	$1,6 \times 10^{-8}$
Свежие и консервированные овощи, фрукты и ягоды	$1,0 \times 10^{-8}$
Хлеб, крупа, мука, сахар	$5,0 \times 10^{-9}$
Для изотопов радиоактивного стронция	
Вода питьевая	$1,0 \times 10^{-9}$
Молоко сгущённое	$3,0 \times 10^{-9}$
Молоко натуральное	$5,0 \times 10^{-9}$
Молоко сухое	$1,0 \times 10^{-9}$
Картофель	$1,0 \times 10^{-9}$
Хлеб, крупа, мука, сахар	$1,0 \times 10^{-10}$

*Второй подход* предполагает, что не существует безопасных норм радиоактивности. Этот подход основан на принципах избирательного поглощения и выживания здоровых людей.

**Принцип избирательного поглощения** учитывает, что если клетки организма насыщаются необходимыми питательными веществами, то уменьшается вероятность поглощения ими радиоактивных веществ. Например, кальций необходим организму для костей скелета и зубов. Радиоактивный стронций по структуре схож с кальцием и поэтому может замещать его в организме. Однако организм действует избирательно. В случае присутствия обоих элементов (радиоактивного и обычного) организм отдаёт предпочтение обычному. Если обычного элемента нет, то его дефицит восполняется радиоактивным.

**Принцип выживания здоровых людей** основан на том, что некоторые группы населения менее восприимчивы к радиации. Люди с крепким здоровьем обладают большей сопротивляемостью к действию радиации, у них сильнее развиты радиозащитные системы организма. Особенно важно поддерживать в здоровом состоянии почки и печень, обезвреживающие токсины и выводящие их из организма. В этом случае большое значение имеет питание как один из важных факторов здорового образа жизни.

Таким образом, для обеспечения радиационной безопасности необходимо своевременно обнаружить радиацию, постоянно контролировать и оценивать её уровни, уметь определять значение радиоактивной загрязнённости воды и продуктов питания. Для этих целей существуют доступные для населения бытовые приборы, позволяющие контролировать и измерять дозы и мощности дозы радиации, уровни загрязнённости различных объектов.

**Неионизирующие излучения** — это электромагнитные излучения диапазона частот меньшего, чем у рентгеновского и  $\gamma$ -излучения. Например, световые поля. Действие неионизирующего излучения на человека ещё недостаточно изучено, но уже имеются публикации о его возможном вредном воздействии.

**Световые поля** создаются преимущественно источниками искусственного света и могут вызывать, при определённых условиях, неблагоприятные изменения в функциональном состоянии организма человека. Световые поля, содержащие интенсивное ультрафиолетовое излучение, губительны для микроорганизмов.

К **тепловым загрязнениям** относят совокупные тепловыделения энергетических и промышленных установок, транспортных средств, увеличивающие температуру воздуха (воды, почвы) и влияющие на микроклимат технополисов. Эти изменения могут в определённой степени воздействовать и на здоровье человека. Тепловым загрязнением водоёмов считают повышение их

средней температуры по сравнению с обычными для данного сезона температурами на 3 °С и более. Тепловые загрязнения водоёмов вызывают целый ряд неблагоприятных изменений, коренным образом нарушая кислородный режим водоёма. Влияние световых и тепловых полей на здоровье населения пока изучено недостаточно.

**Шумовым (акустическим) загрязнением** считают повышенный шум, вызванный различными источниками в диапазоне частот в диапазоне от 20 Гц до 20 000 Гц. Шум воспринимается нами как беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Характерным признаком шума является его обременительность, т. е. способность создавать дополнительную, смысловую нагрузку и вызывать неблагоприятный отклик в организме. Источниками шума являются транспорт, промышленные установки, строительство, сельскохозяйственные агрегаты и пр. Интенсивный шум при длительном воздействии является одним из наиболее опасных и вредных физических факторов окружающей среды. Под его действием снижается острота слуха, повышается кровяное давление, ухудшается качество усвоения и переработки информации, понижается производительность труда. Установлены нормы шума для жилых помещений, рабочих мест, транспортных средств, жилой застройки и пр. Практически во всех крупных городах России составлены карты шума, которые показывают объективный характер воздействия акустических полей на население. Уровни шума в районах жилой застройки городов колеблются в пределах 50–85 дБ. От 25 до 35% жителей больших и средних городов живут в условиях повышенного шума, уровни которого превышают допустимые (55 дБ). Всего в Российской Федерации действию повышенного шума подвергается не менее 35 млн человек. Например, в Москве в зонах повышенного акустического загрязнения проживает около 3,25 млн человек, т. е. свыше 30% населения города; в Санкт-Петербурге — свыше 1,5 млн человек.

По своему воздействию самым интенсивным является авиационный шум. В районах, расположенных вблизи аэропортов, уровень его воздействия достигает 80–95 дБ. Значительные масштабы воздействия авиационного шума объясняются эксплуатацией устаревших самолётов, близким расположением аэропортов к районам жилой застройки, а также полётами самолётов в ночное время. По данным Госсанэпиднадзора России, на производствах воздействию шума, превышающего допустимые уровни, подвергается свыше 37% работающих на 58% предприятий. На транспорте действию повышенного шума подвергается свыше 50% работающих. Особенно неблагоприятное положение сложилось в производстве строительных материалов, машиностроении, строительстве и некоторых других отраслях. Повышенный шум вызывает шумовую болезнь и неврит слуховых нервов, которые, наряду с

вибрационной болезнью, составляют свыше 30% общего числа профессиональных заболеваний.

Инфразвуковые поля представляют собой любые акустические колебания в частотном диапазоне от 1 до 20 Гц. При чрезмерно высоких уровнях инфразвука происходит **инфразвуковое загрязнение**. Почти каждый житель большого города подвергается действию инфразвука, который может вызвать головную боль, снижение внимания и работоспособности и даже нарушение функции вестибулярного аппарата. По данным различных организаций Москвы и Санкт-Петербурга, уровни инфразвука в крупных городах колеблются от 80 до 110 дБ.

К **электромагнитному загрязнению** приводят повышенные уровни электромагнитных полей с излучением в диапазоне частот от 0 до 300 Гц. В России воздействию электромагнитного излучения в той или иной степени подвергается около 30% работающих в отраслях, связанных с производством и использованием электромагнитной энергии. Кроме того, приблизительно 70% населения России подвергается воздействию вне производственной сферы. В эту группу входят люди, проживающие вблизи воздушных линий электропередачи, в домах с электрическими плитами, пользователи персональных компьютеров и сотовых радиотелефонов. Основными источниками этого излучения являются воздушные линии электропередачи, домашние электросети, бытовые электроприборы, контактные сети электротранспорта и собственно электротранспорт, радиопередающие устройства и средства персональной радиосвязи, сотовые телефоны, персональные компьютеры и планшеты, микроволновые печи.

**Вибрационные поля** осуществляют вредное воздействие на людей в диапазоне частот от 1 до 100 Гц. На современном этапе технического развития борьба с вибрацией приобретает всё большую социальную и гигиеническую значимость. Это вызвано интенсификацией существующих технологических процессов и внедрением во все отрасли хозяйства виброактивной техники, прежде всего ручных машин. По данным исследований, более 60% жителей России подвергаются неблагоприятному влиянию вибрационных полей на производстве или в бытовой сфере. Главным источником вибрации, воздействующим на людей, является транспорт. Вибрационные поля, формируемые различными видами транспорта, создают существенную нагрузку не только на людей, но и на здания, наземные и подземные инженерные сооружения, покрытия дорог. Наибольший вред, помимо воздействия на население, транспортная вибрация наносит строительно-архитектурным сооружениям и коммуникациям городов<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Худoley В.В., Мизгирев И.В. Указ. соч.

В последние годы в отечественной и зарубежной литературе приводится всё больше сведений о том, что состояние среды жизнедеятельности человека определяется не только степенью её техногенной загрязнённости, но и наличием изначально существовавших факторов природного характера, среди которых ведущую роль играют некоторые неоднородности земной коры. К ним, в частности, относятся зоны разрывных тектонических нарушений и напряжений, подземные водные потоки, русла древних захороненных рек (палеореки) и др. Такие факторы воздействия называются **биопатогенными**, а соответствующие зоны конкретной территории — **геопатогенными зонами**. Проведённые в Москве, Санкт-Петербурге и других городах медико-биологические исследования показывают, что данные об отрицательном воздействии на организм человека биопатогенных факторов — реальность, с которой необходимо считаться. Специалистами выявлена связь биопатогенных факторов с онкологической заболеваемостью, ишемической болезнью сердца, рассеянным склерозом, астматическим бронхитом. Над этими зонами достаточно вероятны изменения поведенческих функций человека, приводящие к повышению травматизма и аварийности на транспорте. Воздействие геопатогенных зон на организм человека по своим отрицательным последствиям превосходит влияние антропогенных факторов. Специалисты считают, что геопатогенные зоны образуются за счёт комбинированного воздействия разнообразных факторов, и прежде всего физических полей и некоторых опасных газов, выделяющихся из мантии на поверхность в разломах земной коры (радона, паров ртути и др.). Для выявления геопатогенных зон используют материалы поисковых, геолого-съёмочных, геофизических работ, данные эколого-геохимического картирования, бурения и биолокационной съёмки, а также среднестатистические данные о детской заболеваемости, смертности и онкозаболеваемости населения по районам и микрорайонам. Распространённым методом тестирования геопатогенных зон является биолокация с помощью рамки (лозы). Издавна и до настоящего времени этим методом многие пользуются при поисках подземных вод. Данные, получаемые с помощью этого метода, можно использовать при планировке садовых участков, строительстве небольших домов и т. д.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Малахов Г.Л. Электромагнитное излучение и ваше здоровье. СПб., 2003.

### 2.2.3. Воздействие радиоактивного излучения на человека в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени

Характер воздействия радиоактивных излучений на человека в чрезвычайных ситуациях определяется их видом и длительностью воздействия. Одна и та же доза излучения, полученная человеком за разные периоды времени, оказывает неодинаковое воздействие на организм. Облучение, полученное в течение первых 4 суток, считается однократным, а облучение, полученное в промежуток времени более 4 суток, — многократным. Возможные последствия одно- и многократного облучения организма человека в зависимости от полученной дозы приведены в табл. 3.

При ядерном взрыве внешнее облучение представляет главную опасность для человека и составляет 90–95% от общей дозы облучения. Доза внутреннего облучения составляет всего 5–10%.

В случае аварии на АЭС в первые часы и сутки радиоактивное воздействие на людей определяется внешним облучением. Затем в течение многих лет доза облучения будет определяться внутренним облучением.

Таблица 3

#### Возможные последствия одно- и многократного облучения организма человека в зависимости от полученной дозы

Доза, рентген	Последствия облучения
50	Признаки поражения отсутствуют
100	При многократном облучении в течение 1–30 суток работоспособность не снижается. При однократном облучении у 1% облучённых наблюдается тошнота и рвота, чувство усталости без серьёзной потери работоспособности
200	При многократном облучении в течение 3 месяцев работоспособность не снижается. При однократном облучении возникают слабо-выраженные признаки поражения (лучевая болезнь I степени)
300	При многократном облучении в течение года работоспособность не снижается. При однократном облучении развивается лучевая болезнь II степени
400–700	Лучевая болезнь III степени: сильная головная боль, повышение температуры, слабость, жажда, тошнота, рвота, понос, изменение состава крови. Выздоровление возможно только при своевременном лечении. При отсутствии лечения смертность достигает 100%
700–1000	Лучевая болезнь IV степени: поражение проявляется через несколько часов. В большинстве случаев заканчивается смертью
Более 1000	Молниеносная форма лучевой болезни: поражённые практически полностью теряют работоспособность и погибают в первые дни облучения

В зависимости от величины дозы радиоактивного излучения и длительности воздействия возможны различные повреждения биологических тканей человека на молекулярном уровне. Механизм и последствия воздействия радиоактивного излучения на биологические ткани проявляются в виде следующих биологических эффектов:

- повреждение клеток и появление в дальнейшем в течение жизни злокачественных образований (при воздействии радиоактивных излучений на молекулы ДНК, находящиеся в клетках организма, может меняться генетический код клеток, происходить их мутация, развитие раковых клеток);
- появление наследственных болезней при облучении мужских и женских половых желёз (изменение кода половых клеток (мутация) может привести к наследственным болезням в последующих поколениях);
- интенсивно происходит образование свободных радикалов (атомов или групп атомов, обладающих высокой химической активностью); это приводит к перегрузке и нарушению защитных систем организма (разрушению иммунитета);
- гибель организма в течение нескольких недель под воздействием больших доз радиации.



***В настоящем практикуме изучение и определение загрязнённости воздуха радионуклидами, радиоактивной загрязнённости воды и продуктов питания предусмотрены с помощью дозиметрических и радиометрических приборов.***

При попадании в зону радиоактивного заражения местности, даже находясь в укрытиях, можно, используя показания дозиметра и простейшие формулы, определить степень опасности, помня, что доза радиации, не оказывающая влияние на работоспособность организма человека, равна 50 Рентген (табл. 3).

Для определения степени опасности радиоактивного заражения в ЧС используются следующие формулы<sup>15</sup>:

1. Средний уровень радиации ( $P_{\text{ср}}$ ):

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{н}} + P_{\text{к}}}{2},$$

где  $P_{\text{н}}$ ,  $P_{\text{к}}$  — уровни радиации в начале и в конце нахождения в зоне заражения, Р/ч (Рентген/час).

<sup>15</sup> Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона: учебник для вузов. М., 1986.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ...

2. Доза радиоактивного излучения (Д):

$$D = \frac{P_{\text{cp}} \times (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}{K_{\text{осл}}},$$

где  $K_{\text{осл}}$  — коэффициент ослабления радиации,  
 $t_{\text{к}}$  и  $t_{\text{н}}$  — время начала и окончания пребывания в зоне радиоактивного заражения.

3. Допустимое время пребывания на заражённой местности ( $t_{\text{доп}}$ ):

$$t_{\text{доп}} = \frac{D_3}{P_{\text{cp}}} K_{\text{осл}},$$

где  $D_3$  — заданное значение допустимой дозы облучения.  
Значение  $D_3 \leq 50$  Рентген.

Данные о значениях коэффициента ослабления ( $K_{\text{осл}}$ )  $\gamma$ -излучения для укрытий разных типов приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Значения коэффициента ослабления ( $K_{\text{осл}}$ )  $\gamma$ -излучения для различных укрытий**

Наименование укрытий	$K_{\text{осл}}$
Открытые земляные щели	3
Перекрытые земляные щели	40
Автомобили и автобусы	2
Пассажирские вагоны	3
Жилые каменные одноэтажные дома	10
Подвалы жилых каменных одноэтажных домов	40
Жилые каменные двухэтажные дома:	
— первый этаж	15
— второй этаж	14
— подвал	100
Жилые каменные пятиэтажные дома:	
— первый этаж	18
— второй этаж	27
— третий этаж	33
— четвертый этаж	34
— пятый этаж	24
— подвал	400–500
Жилые одноэтажные деревянные дома	2
Подвалы жилых одноэтажных домов	7

Пример определения дозы радиации при нахождении и выходе из зоны радиоактивного заражения местности.

#### Ситуационная задача:

Во время ядерного взрыва вы находитесь в подвале с коэффициентом ослабления радиации  $K_{\text{осл}} = 2$  (табл. 4). После взрыва на местности установился радиоактивный фон  $P_1 = 40$  Р/ч. Через 7 ч после взрыва вас вертолетом вывезли в незаражённую зону. При перелёте вы получили дозу радиации  $D_2 = 1$  Р. Какую суммарную дозу радиации  $D_{\text{сумм}}$  вы получите при выходе из зоны заражения?

*Решение:*

1.  $P_8 = P_1 : 10 = 40 : 10 = 4$  Р/ч — такой радиационный фон установился на местности через 7 ч.
2. В убежище радиационный фон был меньше в 2 раза ( $K_{\text{осл}} = 2$ ), т. е.  $= 20$  Р/ч — уровень радиации в убежище после взрыва;  
 $P_{\text{уб.7}} = 2$  Р/ч — уровень радиации в убежище через 7 ч после взрыва.
3. Среднее значение  $P_{\text{уб. ср.}} = (P_{\text{уб.7}} + P_{\text{уб.1}}) / 2 = (20 + 2) / 2 = 11$  Р/ч.
4. Доза радиации, которую получают укрываемые в убежище за 7 ч с учётом коэффициента ослабления:  $D_{\text{уб.}} = P_{\text{уб. ср.}} \times t_{\text{уб.}} = 11 \text{ Р/ч} \times 7 \text{ ч} = 77 \text{ Р}$ .
5. Суммарная доза радиации  $D_{\text{сумм.}} = D_{\text{уб.}} + D_2 = 77 \text{ Р} + 1 \text{ Р} = 78 \text{ Р}$ .

*Вывод:* укрываемые получили дозу радиации больше 50 Р, что может представлять опасность для их здоровья.

### 2.3. Межпредметные связи при изучении факторов радиационной и химической опасности

Курс «Основы безопасности жизнедеятельности» является интегративной областью знаний, использующей закономерности и методы исследований естественных и прикладных научных направлений с точки зрения безопасности жизнедеятельности.

**Безопасность** в этом курсе определяется как состояние защищённости личности, общества, государства и среды жизнедеятельности от внутренних и внешних угроз или опасностей. Понятие безопасности в нём рассматривается в двух плоскостях:

- личная, групповая, национальная и глобальная безопасность, т. е. определяемая масштабом опасности;

• безопасность в местах проживания и работы (учёбы), в природных условиях, в условиях чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и экологического характера, т. е. зависящая от вида опасности<sup>16</sup>.

Данная структура опасностей определяет межпредметные связи курса ОБЖ с другими школьными предметами и областями знаний. Наиболее распространённым видом этих связей является использование знаний, полученных при изучении других предметов.

Знания о физических свойствах АХОВ (цвет, удельный вес, запах), изотопах и их излучениях при распаде ядер нестабильных атомов (строение атома, ядра) учащиеся получают из физики и химии в 9 классе. Химические свойства веществ (растворимость, способность вступать в реакции с другими химическими элементами) также изучаются в курсе химии в 9 классе. Опережающий вид межпредметной связи ОБЖ с химией проявляется только при изучении воздействия ионизации, поскольку этот процесс изучается в курсе химии 11 класса.

### 2.4. Учебно-материальная база для практических занятий

В данном подразделе приведены сведения об оборудовании, составляющем учебно-материальную базу прилагаемого практикума.

Данный состав может быть реализован на базе школьного кабинета ОБЖ и аналогичных кабинетов средних специальных учебных заведений для применения на урочных и внеурочных занятиях. Основу оборудования для настоящего практикума составляют следующие средства индикации и оценки величин факторов радиационной и химической опасности, входящих в комплект «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО):

- прибор для измерений (оценки) уровня радиационного излучения (радиодозиметр);
- комплект тест-систем для изучения химических загрязнителей;
- индикаторные трубки для контроля загрязнений воздушной среды, принцип применения которых аналогичен трубкам в войсковом приборе химической разведки (ВПХР);
- в комплект оборудования УМК ФРХО также входят необходимые при работе аспиратор, принадлежности, укладка с ложементом для хранения средств оснащения, пособия и документация.

---

<sup>16</sup> Крючек Н.А., Латчук В.Н., Миронов С.К. Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях: учебник для населения. М., 2003.

При организации практикума по обнаружению и оценке факторов радиационной и химической опасности (настоящего практикума) кабинет ОБЖ также рекомендуется оснастить демонстрационным оборудованием и приборами для изучения методов защиты от воздействия указанных факторов. Это дополнительное оборудование и приборы в соответствии с Приказом Министерства просвещения включено в перечень необходимого оборудования, которое также необходимо иметь в кабинете ОБЖ<sup>17</sup>.

Из указанного перечня при проведении работ по оценке факторов радиационной и химической опасности, в том числе для изучения методов защиты, для кабинета ОБЖ предусмотрено приобретение следующего оборудования:

— мини-экспресс-лаборатории радиационно-химической разведки (эквивалентна УМК ФРХО);

— газоанализатор кислорода и токсичных газов, предназначенный для контроля избыточного, недостаточного содержания кислорода, метана, угарного газа. Для данной цели могут быть эффективно использованы индикаторные трубки, применяемые по унифицированной методике совместно с имеющимся в составе УМК аспиратора типа НП-3М (НП-4);

— защитный костюм типа Л-1, предназначенный для защиты от радиоактивной пыли, химического и бактериологического воздействия на человека;

— противогаз взрослый, фильтрующе-поглощающий, марки ГП-7 (ГП-9);

— респиратор типа У-2К, предназначенный для защиты органов дыхания от различных видов пыли.

Поставка указанного демонстрационного оборудования и приборов в дополнение к поставке УМК ФРХО осуществляется в виде дополнительного оснащения к базовой модификации УМК ФРХО (приведены в п. 2.4.6 и в более полном виде — в приложении 4).

### 2.4.1. Правила укладки и хранения оборудования

Учебно-материальная база для практических занятий имеет в своём составе различное оборудование, материалы, принадлежности и документацию. Поэтому большое значение для длительного и успешного использования этой базы имеет правильная укладка её частей и обеспечение правильного хранения.

Основные правила укладки и хранения комплектов оборудования:

- все части комплекта следует укладывать на предусмотренные для них в корпусе укладки места;

- стеклянную и пластмассовую посуду следует укладывать чистой и по возможности сухой;

---

<sup>17</sup> Приказ Министерства просвещения РФ от 06.09.2022 № 804 «Об утверждении перечня средств обучения, необходимых при оснащении образовательных организаций».

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ...

---

- на склянках с химическими реактивами должны быть хорошо читаемые этикетки;
- комплекты и дополнительные материалы к ним следует хранить в прохладном месте не ближе 1 м от отопительных приборов;
- во избежание нарушения условий хранения необходимо ограничить доступ к ним учащимся;
- при длительных перерывах в работе с комплектами оборудования следует периодически (1 раз в месяц) проверять их состояние и герметичность упаковки флаконов с реактивами.



*Затруднения при закрытии укладочного контейнера свидетельствуют о неправильности укладки.*

Следует учитывать, что сроки годности химических индикаторных средств ограничены и составляют от 1 до 2 лет (указаны в сопроводительной документации на оборудование и на упаковках самих индикаторных средств). По истечении сроков годности эти средства также могут быть использованы на практических занятиях для закрепления практических навыков и умений, однако полученные при этом результаты могут отличаться от полученных с истёкшим сроком годности, хотя и пригодными для модельных демонстрационных и ученических экспериментов. Работоспособность средств индикации с истёкшим сроком годности требуется подтвердить в эксперименте. Восполнение средств израсходованных, а также имеющих истёкший срок годности, производится путём поставки комплекта пополнения к УМК ФРХО.

### **2.4.2. Тест-системы для экспресс-оценки химических параметров**

Существуют разнообразные тест-системы, позволяющие быстро и точно определять многие химические вещества в окружающей среде (воде, воздухе, почве, продуктах питания). Как правило, в тест-системах применяют визуально-колориметрический метод.

Принцип действия тест-систем для контроля воды и водных растворов, предусмотренных в составе УМК «Факторы радиационной и химической опасности» и мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У», основан на впитывании водного раствора, содержащего анализируемый компонент, гидрофильной основой (индикаторной тест-полоской). Эта тест-полоска обычно расположена между тонкими прозрачными полимерными плёнками, что обеспечивает довольно точную дозировку тестируемого раствора. При опускании края тест-

полоски в раствор происходит его впитывание в строго необходимом количестве, после чего наступает насыщение, и впитывание прекращается. Попавший на тест-полоску анализируемый компонент реагирует с находящимся на ней аналитическим реагентом и образует окрашенное соединение. При этом цвет и интенсивность окраски являются мерой концентрации определяемого вещества в тестируемом растворе.

Работа безаспирационных тест-систем («Аммиак», «Пары ртути») основана на пассивном (за счёт диффузии) проникновении молекул определяемого загрязнителя к активному слою, который при взаимодействии с загрязнителем изменяет окраску. При таком принципе работы результатом анализа являются значения концентрации, усреднённые за время экспонирования (например, за несколько часов либо до момента срабатывания тест-системы). Это свойство создаёт ряд удобств и незаменимых качеств данного типа средств контроля.

В табл. 5 представлены назначение и основные характеристики тест-систем для химического экспресс-анализа, предусмотренных в составе поставляемых изделий.

Таблица 5

**Основные характеристики тест-систем  
для химического экспресс-анализа**

Наименование тест-системы	Определяемые компоненты	Диапазон определяемых концентраций*	Индикационный эффект	Примеси, мешающие определению**
<b>Контроль воды и водных сред</b>				
1. Активный хлор	Активный хлор в свободном и связанном виде (суммарно)	0–1,2–5–10–30–100 мг/л	Синий	Хромат- и бихромат-ион и другие сильные окислители
2. Нитрат-тест	Нитрат- и нитрит-ионы ( $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ )	0–50–200–1000 мг/л по нитрат-иону	Красный	Нитрит-ион
3. Железо общее	Сумма катионов железа (II) и (III) ( $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ )	0–30–50–100–1000 мг/л	Бежево-коричневый	—
4. Хромат-тест	Хром (VI) в хромат- и бихромат-ионах ( $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )	3–10–100–1000 мг/л по хрому (VI)	Сиреневый	Сильные окислители
5. pH-тест	Кислотные/щелочные ( $\text{H}^+$ , $\text{OH}^-$ )	pH 2–11	В зависимости от значения pH	—

Наименование тест-системы	Определяемые компоненты	Диапазон определяемых концентраций*	Индикационный эффект	Примеси, мешающие определению**
<b>Контроль воздуха</b>				
6. Аммиак	Пары аммиака в воздухе	10–100–1000 мг/м <sup>3</sup>	С жёлтой на синюю	Пары кислот и аминов
7. Пары ртути	Пары ртути в воздухе	0,01–0,7 мг/м <sup>3</sup>	С белой на бежево-розовую	—

\* Диапазон определяемых концентраций может быть расширен посредством разбавления анализируемых проб.

\*\* Указаны примеси, вызывающие при высоких концентрациях (более 100–500 мг/л) индикационный эффект, аналогичный эффекту от определяемого компонента (маскирующий эффект).

Продолжительность анализа с применением тест-систем составляет от 1 до 5 мин.

Тест-система «Нитрат-тест» позволяет определять концентрацию нитратов не только в воде, но и в соках овощей и фруктов, что позволяет оценивать качество продуктов питания. Загрязнённость почвы можно оценить с помощью тест-систем путём тестирования предварительно приготовленной почвенной вытяжки из реального образца почвы, содержащего модельное загрязнение.

### 2.4.3. Индикаторные трубки и аспиратор

Индикаторные трубки являются современным и простым в применении средством быстрого (экспрессного) количественного определения концентрации химических веществ в воздухе. Такие трубки широко используют в России и за рубежом для анализа воздуха, промышленных газовых выбросов и для специальных целей. Использование таких средств контроля делает быстрым и удобным анализ воздуха на содержание широкого круга химических веществ, в том числе АХОВ.

Индикаторная трубка представляет собой герметичный узкий стеклянный сосуд, заполненный твёрдым носителем, который обработан активным реагентом. Положение наполнителя (индикаторного порошка) в трубке фиксирует-

ся воздухопроницаемыми прокладками. Индикаторная трубка является одно-разовым средством экспресс-контроля воздуха. Принцип действия основан на фильтрации через индикаторный порошок загрязнённого воздуха с помощью аспиратора (насоса-пробоотборника). При этом происходит поглощение из воздуха компонента-загрязнителя, сопровождающееся избирательной химической реакцией этого компонента с нанесённым на индикаторный порошок аналитическим реагентом (индикатором). В результате химической реакции изменяется первоначальная окраска наполнителя индикаторной трубки (индикационный эффект). Длина изменившего окраску слоя является мерой концентрации определяемого компонента в анализируемом воздухе<sup>18</sup>.

В табл. 6 приведены основные характеристики индикаторных трубок, предусмотренных в составе УМК «Факторы радиационной и химической опасности» и мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У», и некоторые особенности их применения для анализа АХОВ в воздухе.

Таблица 6

**Основные характеристики индикаторных трубок для экспресс-анализа загрязнённости воздуха<sup>19</sup>**

Наименование определяемого вещества	Диапазон контролируемых концентраций	Объём пробы воздуха для анализа, см <sup>3</sup>	Ориентировочное время прокачивания 100 см <sup>3</sup> воздуха, мин	Индикационный эффект (изменение окраски)
Углекислый газ, CO <sub>2</sub>	0,03–2 об. %	100–1000	2,5	С голубой на фиолетовую
Сернистый газ, SO <sub>2</sub>	2–130 мг/м <sup>3</sup>	800–1200	3,5	С серо-голубой на белую
Диоксид азота, NO <sub>2</sub>	1–50 мг/м <sup>3</sup>	200–600	2,0	С белой на коричневую
Хлор, Cl <sub>2</sub>	0,5–200 мг/м <sup>3</sup>	100–1000	1,5	С жёлтой на розовую

Для проведения анализа загрязнённости воздуха могут быть использованы индикаторные трубки различного типа (инструкция по их применению приведена на упаковке).

В качестве аспиратора в составе настоящего практикума применяется насос-пробоотборник ручной НП-3М, предназначенный для прокачивания дозированного объёма воздуха через индикаторные трубки при выполнении

<sup>18</sup> Индикаторные трубки и газоопределители / Н.М. Петрова [и др.]; под ред. А.Г. Муравьёва. СПб., 2005.

<sup>19</sup> Данные приведены ориентировочно и подлежат уточнению в зависимости от типов применяемых индикаторных трубок.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ...

экспресс-контроля воздуха на содержание вредных примесей с применением индикаторных трубок. НП-3М включён в Государственный реестр средств измерений, допущен к применению в Российской Федерации и странах СНГ.

Устройство аспиратора НП-3М приведено на рис. 2. Важнейшей частью аспиратора является цилиндр (3), в котором размещается шток с поршнем (5). На один из концов цилиндра накручивается крышка с фиксатором (4), удерживающая шток в требуемом положении. К другому концу цилиндра с помощью переходной втулки (2) крепится насадка (1). В переходной втулке помещён защитный патрон с сорбентом. На насадке с торца зафиксирована уплотнительная втулка, предназначенная для установки индикаторной трубки. Рядом с втулкой находится устройство для обламы вания концов стеклянных трубок. На насадке также закреплено сигнальное устройство (8), смотровое окошко которого служит для контроля завершения цикла прокачивания.



Рис. 2. Внешний вид аспиратора НП-3М:

- 1 — насадка; 2 — переходная втулка; 3 — цилиндр; 4 — крышка; 5 — шток;
- 6 — ручка; 7 — гарантийная пломба (может быть развёрнута);
- 8 — сигнальное устройство (индикатор завершения прокачивания);
- 9 — уплотнительная втулка

Работа аспиратора основана на создании разрежения в цилиндре (3) при перемещении штока (5) и заполнении цилиндра воздухом, поступающим через индикаторную трубку, установленную в уплотнительную втулку на насадке (1). Аспиратор приводят в рабочее состояние вытягиванием штока из исходного положения. При этом шток можно зафиксировать на позициях «50» и «100», что соответствует прокачиванию 50 и 100 см<sup>3</sup> анализируемого воздуха. При создании разрежения в цилиндре срабатывает сигнальное устройство: контрольная мембрана прогибается, и из смотрового окошка пропадает изображение чёрной точки. При уравнивании давления внутри цилиндра с атмосферным в смотровом окошке появляется изображение чёрной точки. Это является сигналом об окончании цикла прокачивания воздуха. Перед введением штока в цилиндр его поворачивают вокруг оси на 90°. Подробнее порядок работы с аспиратором изложен в п. 3.3.1 «Контроль химического состава воздуха с применением индикаторных трубок».

Вместо НП-3М в составе изделий учебного назначения может использоваться аналогичный компактный аспиратор НП-4. Сведения о применении аспираторов НП-3М и НП-4 подробно изложены в прилагаемых к аспираторам паспортах и руководстве к мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»<sup>20</sup>.

### 2.4.4. Портативная мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У»

Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У» в модификации с дополнением дозиметрическим прибором ранее поставлялась для оснащения кабинета ОБЖ как мини-экспресс-лаборатория радиационно-химической разведки. Актуальность практических работ по оценке факторов радиационной и химической опасности в курсе ОБЖ обусловила целесообразность создания, на базе данной модификации «Пчёлки-У», специального учебно-методического комплекта (см. п. 2.4.6 настоящего практикума).

«Пчёлка-У» — базовая модификация изделия универсального применения, содержащая широкий круг средств химического экспресс-контроля объектов окружающей среды. Рассчитана на проведение практических работ ознакомительного (начального) и среднего уровней с проведением простых тестов в задачах придания экологической направленности в курсах химии, биологии, ОБЖ, различных элективных курсах. Подробное описание мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» приведено в прилагаемой к ней сопроводительной документации.

Ниже мы приводим основные сведения, касающиеся её состава и направлений практических работ.

#### Состав мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»

Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У» представляет собой функционально-целостный набор индикаторных средств, реактивов, вспомогательного оборудования и приспособлений, уложенных вместе с учебно-методической литературой и технической документацией в жёсткий переносной контейнер-укладку типа мини-кейс. Состав этой лаборатории (в базовой модификации) приведён в табл. 7.

---

<sup>20</sup> Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях / А.Г. Муравьёв, В.В. Данилова, Б.В. Смолен [и др.]; под ред. А.Г. Муравьёва. СПб., 2019.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ...

Таблица 7

### Состав и комплектность мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»<sup>21</sup>

Наименование	Назначение
<b>Средства экспресс-анализа</b>	
Индикаторные трубки (3 наименования, по 10 шт. каждого)	Анализ воздуха (диоксид азота, диоксид серы, диоксид углерода)
Тест-системы (6 наименований, по 1упак.)	Анализ воздуха (пары аммиака)
	Анализ овощей, фруктов, соков, воды (нитраты)
	Анализ водных вытяжек, модельных растворов (железо общее, ион никеля, хлор активный, pH)
	Анализ воды, водных сред (вытяжек)
<b>Оборудование</b>	
Аспиратор НП-4 или аналогичного типа, с руководством по эксплуатации	Прокачивание воздуха через индикаторные трубки
<b>Посуда и принадлежности</b>	
Воронка полимерная, камера полиэтиленовая (мешок с застежкой-молнией), лупа, мешки полиэтиленовые, ножницы, пинцет, пробирки с меткой «5 мл» и пробкой, пипетки полимерные, поднос-лоток, салфетки бумажные, стакан полимерный, стекла предметные, фильтры бумажные, флакон полимерный с крышкой, шпатель, штатив для пробирок	Приготовления модельных загрязнений (вытяжек) воды, воздуха, почвы
<b>Средства индивидуальной защиты</b> Очки защитные, перчатки защитные	
<b>Реагенты</b>	
Калия хлорид	Приготовление раствора для почвенной вытяжки
Набор химических веществ (7 наименований)	Моделирование загрязнённости воды, воздуха, почвы
<b>Пособия учебно-методические и документация</b>	
Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях	
Экологический практикум. Учебное пособие с комплектом карт-инструкций	

<sup>21</sup> Состав изделия «Пчёлка-У» приведён в прилагаемом к изделию паспорте.

Наименование	Назначение
Контрольные измерительные материалы. Воздушная среда: показатели экологического состояния и инструментальные методы их оценки	
Паспорта, сертификаты, инструкции и т.п.	
<b>Другое</b>	
Контейнер пластмассовый (кейс) с ложементом	Укладка средств оснащения

### Практические работы, выполняемые с применением мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»

Для оценки степени опасности или параметров окружающей среды с помощью комплекта «Пчёлка-У» используют унифицированные и широко применяемые на практике химические и физико-химические методы. Применяемые средства контроля позволяют получить результаты анализа достаточно легко и быстро (в течение нескольких минут) без выполнения трудоёмких подготовительных операций, связанных с приготовлением растворов и реактивов.

Сведения о направлениях практических работ (изучаемых объектах) с применением имеющихся в комплекте индикаторных средств, а также оцениваемых параметров и методах работы приведены в табл. 8.

Таблица 8

### Изучаемые объекты, оцениваемые параметры и методы практической работы с индикаторными средствами из состава мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»

Изучаемые объекты	Оцениваемые параметры	Используемые средства	Методы работы
Воздушная среда (воздух, модельные смеси)	Содержание углекислого газа, сернистого газа, диоксида азота, аммиака	Индикаторные трубки, экспресс-тесты, насос-пробоотборник	Прокачивание воздуха через индикаторную трубку с помощью насоса-пробоотборника. Экспонирование тест-системы «Аммиак» в загрязнённом воздухе
Водная среда (водоёмы, почвенные вытяжки, модельные сточные воды)	рН, концентрации природных компонентов (солей) и загрязняющих веществ	Тест-системы для определения загрязнений в воде	Смачивание тест-полоски анализируемым раствором (водой, вытяжкой), наблюдение за изменением окраски тест-полоски, сравнение окраски со шкалой контрольных образцов

Исследуемые объекты	Оцениваемые параметры	Используемые средства	Методы работы
Продукты питания (овощи, фрукты, соки и т. п.)	Содержание нитратов, кислотность	Тест-системы «Нитрат-тест», «pH-тест»	Смачивание тест-полоски соком, наблюдение за изменением окраски тест-полоски, сравнение со шкалой контрольных образцов
Почвенные вытяжки, модельные химические загрязнения почвы	Кислотность и засоленность почвы	Тест-система «pH-тест», хлорид калия, вода, спиртовка, выпарное стекло (все модификации)	Приготовление почвенной вытяжки и её тестирование: <ul style="list-style-type: none"> <li>• на кислотность с помощью тест-системы «pH-тест»;</li> <li>• на засоленность методом выпаривания на предметном стекле и наблюдения солевого остатка</li> </ul>

### 2.4.5. Приборы радиационного и дозиметрического контроля

На рис. 3 изображены основные типы приборов радиационного контроля, используемых специалистами и населением для предварительной оценки радиационной ситуации.



Рис. 3. Приборы радиационного и дозиметрического контроля:

- а — индикатор радиоактивности (дозиметр) РАДЕКС РД1706;  
 б — прибор комбинированный для измерения ионизирующих излучений РКСБ-104;  
 в — дозиметр-радиометр ДРГБ-01 ЭКО-1

Подробнее характеристики приборов контроля приведены в приложении 3. Правила безопасного обращения с приборами радиационного контроля приведены в п. 2.5.3.

### 2.4.6. Учебно-методический комплект «Факторы радиационной и химической опасности»

#### Назначение и области применения

Учебно-методический комплект «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО, № заказа 8.015) является оригинальным изделием ЗАО «Крисмас+». Данный учебно-методический комплект предназначен для практических работ по изучению факторов радиационной и химической опасности, которые проводятся на базе школьного кабинета ОБЖ либо аналогичной учебной лаборатории в рамках курса «Основы безопасности жизнедеятельности» и аналогичных курсов, дополненных специальными модулями. Изделие может также поставляться как модификация мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» специально для оснащения кабинета ОБЖ (изделие «Пчёлка-У» в модификации с дополнением дозиметрическим прибором поставлялась как мини-экспресс-лаборатория радиационно-химической разведки).

УМК ФРХО поставляется в единой укладке-контейнере. Основой изделия является оборудование, принадлежности, материалы и учебно-методические пособия из состава мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» с добавлением прибора оценки радиационной ситуации (индикатора радиоактивности), а также иллюстрированных учебно-методических пособий, включая настоящий практикум.

Изделие в укладке-контейнере (общий вид) и его основные составляющие части приведены на рис. 4.

Состав и технические данные на УМК ФРХО приведены в табл. 9.

Таблица 9

**Состав и комплектность учебно-методического комплекта  
«Факторы радиационной и химической опасности»<sup>22</sup>**

Наименование	Назначение
<b>Средства экспресс-анализа</b>	
Индикаторные трубки (4 наименования, по 20 шт. каждого)	Анализ воздуха (диоксид азота, диоксид серы, диоксид углерода, хлор)
Тест-системы (7 наименований, по 2 упак.)	Анализ воздуха (пары аммиака, пары ртути)
	Анализ овощей, фруктов, соков, воды (нитраты)
	Анализ воды водных вытяжек, модельных растворов (железо общее, ион никеля, нитраты, хлор активный, pH)

<sup>22</sup> Состав и комплектность изделия приведены в прилагаемом к изделию паспорте.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ...

Окончание табл. 9

Наименование	Назначение
<b>Оборудование</b>	
Индикатор радиоактивности РАДЕКС РД 1706, с руководством по эксплуатации	Измерение мощности дозы и энергии ионизирующих излучений
Аспиратор НП-4 или аналогичного типа, с руководством по эксплуатации	Прокачивание воздуха через индикаторные трубки
<b>Посуда и принадлежности</b>	
Воронка полимерная, камера полиэтиленовая (мешок с застежкой-молнией), лупа, мешки полиэтиленовые, ножницы, пинцет, пробирки с меткой «5 мл» и пробкой, пипетки полимерные, поднос-лоток, салфетки бумажные, стакан полимерный, стекла предметные, фильтры бумажные, флакон полимерный с крышкой, шпатель, штатив для пробирок	Приготовления модельных загрязнений (вытяжек) воды, воздуха, почвы
<b>Средства индивидуальной защиты</b> Очки защитные, перчатки защитные	
<b>Реагенты</b>	
Калия хлорид	Приготовление раствора для почвенной вытяжки
Набор химических веществ (7 наименований)	Моделирование загрязнённости воды, воздуха, почвы
<b>Пособия учебно-методические и документация</b>	
Настоящее пособие-практикум	
Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях	
Экологический практикум. Учебное пособие с комплектом карт-инструкций	
Контрольные измерительные материалы. Основы безопасности жизнедеятельности: факторы радиационной и химической опасности и инструментальные методы их оценки	
Паспорта, сертификаты, инструкции и т. п.	
<b>Другое</b>	
Контейнер пластмассовый с ложементом	Укладка средств оснащения

1



а



б

2



а



б

3



Рис. 4. Портативные комплекты изделия, используемые в практикуме по оценке факторов радиационной и химической опасности:  
1 — учебно-методический комплект «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО), общий вид (а) с комплектом пополнения (б);  
2 — мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У» (а) с дозиметром типа РАДЕКС РД1706 (б);  
3 — комплект учебно-методических пособий и документации

Изделие УМК ФРХО №8.015 может поставляться в нескольких модификациях, включающих комплект дополнительных средств оснащения (КДС). В состав комплекта КДС могут быть включены средства индивидуальной защиты от факторов РХО, а также приборы контроля безопасности окружающей среды.

### **Комплект дополнительных средств оснащения (КДС) к составу УМК ФРХО**

Комплект КДС к базовому составу изделия (№8.015) включает комплект средств индивидуальной защиты от факторов радиационной и химической опасности, а также комплект приборов контроля безопасности окружающей среды.

В состав комплекта КДС (2 модификации, см. приложение 4) входят<sup>23</sup>:

1) газоанализатор ОКА-92Т-О2-CL2-NH3 (переносной, с выносными датчиками) для контроля избыточного/недостаточного содержания кислорода, а также взрывоопасных и токсичных газов (метан, угарный газ) в воздухе рабочей зоны производственных и иных помещений;

2) индикаторные трубки для экспресс-анализа угарного газа и кислорода (средства контроля воздуха) — по 1 упаковке по 10 шт. каждая;

3) общевойсковой защитный костюм ОЗК для защиты от радиоактивной пыли, химического и бактериологического воздействия на человека, — 3 шт.;

4) противогаз взрослый, фильтрующе-поглощающий, ГП-7БТ — 3 шт.;

5) респиратор Алина 200АВК для защиты органов дыхания от различных видов пыли, — 3 шт.;

6) компас-азимут D = 45мм для обучения и наработки навыков обучающимися в определении сторон света и ориентирования на местности.

Подробнее об изделии УМК ФРХО в различных модификациях, а также о составе и поставках других средств оснащения кабинета ОБЖ см. приложение 4.

### **Направления и темы практических работ, выполняемые с применением УМК**

Ввиду значительно расширенного, по сравнению с мини-экспресс-лабораторией «Пчёлка-У», состава, УМК ФРХО позволяет проводить работы по более широкому кругу направлений и тем практических работ, что имеет принципиальное значение при выборе соответствующих средств оснащения практикума по оценке и обнаружению ФРХО. В этой связи следует отметить:

---

<sup>23</sup> Перечень средств оснащения предусмотрен Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 06.09.2022 г. № 804 и другими документами (в части оснащения кабинета ОБЖ).

1) обнаружение и оценку факторов радиационной опасности, проводимые благодаря наличию в составе портативного индикатора радиоактивности (дозиметра) РАДЕКС РД1706;

2) расширенный состав индикационных средств химического для обнаружения и оценки уровня загрязнений воздуха АХОВ, в перечне которых имеются средства для дополнительных актуальных показателей — индикаторная трубка на хлор, а также тест-система «Пары ртути»;

3) значительное (вдвое) увеличение имеющихся в составе ФРХО индикационных средств химического экспресс-контроля АХОВ, что позволяет вовлечь в практические работы большее количество учащихся.

Направления практических работ по оценке факторов химической опасности с применением УМК ФРХО в целом аналогичны приведённым в таблице 8 для изделия «Пчёлка-У», однако изучение факторов химической опасности необходимо дополнять работами на основе несложных дозиметрических приборов, что и реализовано в УМК ФРХО.

Темы практических работ, выполняемых с применением УМК ФРХО, и соответствующие описания работ приведены в разделе 4 (они также указаны в содержании настоящего пособия). Следует иметь в виду также возможности организации работ по решению ситуационных задач по результатам измерений, — 16 задач и 15 задач по тематике радиационной и химической опасности соответственно.

### **Учебно-методическое обеспечение и документация УМК ФРХО**

- Настоящее методическое пособие.
- Методическое пособие по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У».
- Методическое пособие с комплектом карт-инструкций «Экологический практикум».
- Контрольные измерительные материалы. Основы безопасности жизнедеятельности: факторы радиационной и химической опасности и инструментальные методы их оценки: учебно-методическое пособие.
- Руководство по применению дозиметра «РАДЭКС РД1706» (или аналогичного типа).
- Руководство по эксплуатации аспиратора — насоса-пробоотборника НП-3М (НП-4).
- Паспорта, сертификаты, инструкции и т. п.
- Документация к средствам защиты и приборам комплекта КДС (если предусмотрено при поставке).

### 2.5. Меры безопасности при оценке факторов радиационной и химической опасности

#### 2.5.1. Общие правила работы

Практические работы по оценке факторов радиационной и химической опасности связаны с использованием вредных для здоровья веществ и стеклянной посуды (пробирки, банки, трубки). Поэтому при проведении таких работ следует тщательно соблюдать общие меры безопасности, принятые при выполнении демонстрационных экспериментов и фронтальных практических работ:

- любой эксперимент следует рассматривать как потенциально опасный и выделять в нём опасные операции;
- учащиеся должны быть достаточно удалены от места проведения любого 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);
- для демонстрации 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.

Учитывая, что кабинеты ОБЖ, как правило, не оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, экспериментальные работы следует проводить на учебно-лабораторном столе в хорошо проветриваемом помещении.



*Особое внимание необходимо обратить на соблюдение правил техники безопасности и поддержание дисциплины в классе.*

#### 2.5.2. Меры безопасности при оценке факторов химической опасности

Применяемое в настоящем практикуме оборудование — УМК ФРХО (либо мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У»), если она используется) не содержит ядовитых и аварийно химически опасных веществ. В состав индикаторных средств входят в малых количествах химические реактивы, помещённые в герметичные стеклянные индикаторные трубки или закрытые полимерным слоем тест-полоски, а также в небольших количествах химические реактивы для моделирования воздействий АХОВ. При работе с реактивами для моделирования не следует:

- допускать попадания реактивов и растворов на слизистые оболочки, кожу, одежду;

- одновременно работать и принимать пищу (пить);
- использовать открытый огонь;
- нюхать воздух над реактивами (они могут находиться частично в мелкокристаллическом состоянии и образовывать пылеобразные взвеси), а также газовые смеси, полученные в результате моделирования.

Фактором опасности при проведении работ является возможность порезов осколками стекла при вскрытии корпуса индикаторной трубки, а также воздействие паров моделируемых загрязнений воздуха (сернистого газа, диоксида азота) на участвующих в эксперименте.

Необходимо обращать внимание на герметичность упаковки химических реактивов, наличие хорошо читаемых и однозначно понимаемых надписей на этикетках, а при работе со стеклянными изделиями и посудой — соблюдать осторожность.

Методика выполнения экспериментов в курсе ОБЖ значительно проще по сравнению с подобными экспериментами, выполняемыми на базе кабинета химии. Тем не менее следует строго выполнять соответствующие меры безопасности.

При проведении экспериментов по моделированию загрязнений (табл. 10) можно использовать имеющиеся в кабинете химии минеральные кислоты (серная, соляная) и их растворы, которые в состав УМК ФРХО и мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» не входят.

Таблица 10

**Реактивы для моделирования химической загрязнённости объектов окружающей среды**

Реактив	Компонент-загрязнитель, для моделирования которого предназначен реактив	
	В водной среде	В воздушной среде
Хлорамин Б (известь хлорная)	Активный хлор	Хлор
Железо хлорное (железа сульфат)	Железо общее	—
Калия нитрат (натрия нитрат)	Нитрат-ион	—
Калий углекислый	Повышенная щёлочность среды	—
Натрия нитрит (калия нитрит)	Нитрит-ион	Диоксид азота
Лимонная кислота (щавелевая кислота)	Повышенная кислотность среды	—
Калия хромат (калия бихромат)	Хромат-ион (бихромат-ион)	—



*Повышенную опасность представляют минеральные кислоты, обладающие сильным разъедающим действием при попадании на слизистые оболочки, кожные покровы, одежду, обувь и другие предметы.*

Особенно опасны кислоты при попадании в глаза. В этом случае глаза необходимо немедленно и обильно промыть несильной струёй воды, затем водным раствором соды (2%) и срочно обратиться к врачу-специалисту. При попадании кислот на кожу надо быстро промокнуть раствор любым тампоном (салфеткой, ветошью и т. п.), а место попадания обильно промыть струёй воды и вымыть с мылом.

Учащихся следует ознакомить с некоторыми знаками безопасности, которые предписывают выполнение конкретных требований, указывают на опасность вещества, показывают местонахождение пожарных кранов, огнетушителей, пунктов медицинской помощи и т. п. Некоторые из этих знаков приведены на рис. 5 и 6.



Едкие  
вещества



Легковоспламеняющиеся  
вещества



Взрывоопасные  
вещества



Ядовитые  
вещества

Рис. 5. Предупреждающие знаки безопасности



Запрещается  
оставлять  
неубранными  
вещества  
и реактивы



Запрещается  
пробовать  
вещества  
на вкус



Запрещается  
оставлять  
реактивы  
открытыми



Запрещается  
сливать вещества  
в необорудованные ёмкости



Запрещается  
менять пробки  
различных сосудов

Рис. 6. Запрещающие знаки безопасности

### 2.5.3. Правила обращения с приборами радиационного контроля

Наиболее доступными для проведения практических работ являются бытовые приборы радиационного контроля, которые имеют достаточную чувствительность. Особенность этих приборов, предназначенных для использования населением, заключается в их простоте и надёжности. Однако следует учитывать, что результаты измерений, полученные с помощью бытовых радиационных приборов, не могут быть использованы для оформления официальных заключений о радиационной обстановке.

Порядок обращения с приборами радиационного контроля зависит от их конструктивных и схематических особенностей. Бытовые приборы обычно работают от автономных источников питания: электрических батареек, аккумуляторов. Некоторые радиодозиметры могут работать через адаптер от сети напряжением 220 В (в частности, дозиметр-радиометр ЭКО-1). Автономные

**В полном (не сокращённом) варианте данное издание руководства доступно:**

- 1) в составе сопроводительной документации к поставляемой продукции "Учебно-методический комплект «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО) (Мини-экспресс-лаборатория радиационно-химической разведки)";
- 2) при заказе документации через интернет-магазин на сайте <https://shop.christmas-plus.ru/>
- 3) в размещённой библиотеке изданий ЗАО "Крисмас+" на сайте <https://elibrary.ru/>.

### 3. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ...

---

источники питания с течением времени подвергаются саморазряду, выделяя при этом соответствующие продукты на электродах. При длительном хранении это может привести к коррозии контактов прибора, а также к выходу из строя жидкокристаллического индикатора. Поэтому при обращении с приборами необходимо соблюдать следующие правила:



- ***запрещается использовать в практикуме в качестве образцов для измерения любые радиоактивные источники;***

- источники питания следует хранить отдельно от приборов;
- перед установкой аккумуляторных батарей необходимо произвести их зарядку согласно инструкции. Например, в приборе ДРГБ-01 ЭКО-1 имеется возможность подзарядки аккумуляторов через адаптер после их установки в отсек питания прибора;

- при использовании приборов для измерения удельной активности радионуклидов по  $\beta$ -излучению необходимо снимать защитный экран (крышку-фильтр), закрывающий счётчики излучений, после чего прибор необходимо поместить в полиэтиленовый пакет, который после проведения измерений утилизируется;

- после проведения измерения перед установкой защитного экрана на место надо осторожно произвести дезактивацию внутренней поверхности прибора с помощью кисточки.

### 3. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

#### 3.1. Источники и характер радиационной и химической опасности

Воздействию радиоактивного излучения подвержены как живые организмы, так и окружающая среда. Сложность обнаружения этого излучения заключается в невозможности увидеть, услышать или почувствовать его. Однако радиоактивное излучение характеризуется рядом измеряемых физических величин, и его можно оценить количественно (например, дозой радиации).

Радиоактивное излучение от естественных источников называется **естественным радиоактивным фоном**. Примерно половину дозы естественного радиоактивного фона формирует газ радон, который находится в земных недрах. Радон присутствует в строительных материалах (гранит, кирпич, бетон и др.), в ископаемом топливе (уголь, нефть, газ). Установлено, что в Ленинградской области газообразный радон поступает в систему водоснабжения с водой Гдовского и Ломоносовского водоносных горизонтов. Естественное радиоактивное излучение формируется также в процессе распада природных радиоактивных элементов. Составляющим компонентом естественного радиоактивного фона является космическое излучение, вызываемое процессами, происходящими в галактическом или межгалактическом пространстве.

**Искусственными источниками радиоактивности** являются радиоактивные химические элементы, созданные в ядерных реакторах и ускорителях, а также получаемые в виде отходов атомных электростанций. К ним следует отнести осадки, выпадающие вследствие испытаний ядерного оружия. Доза радиации, получаемая населением России от естественных источников, составляет примерно 87% от общей, получаемой в течение года, 13% дозы население получает от искусственных источников.

В настоящее время большую опасность для населения может представлять радиоактивное загрязнение поверхности земли, воды, атмосферы, а также продовольствия, пищевого сырья, кормов и различных предметов в результате аварии или разрушения радиационно опасных объектов.

По своим масштабам радиоактивное загрязнение может быть локальным (ограничиваться рабочим местом, помещением, объектом), а может охватывать территории нескольких государств, принимая глобальный, планетарный характер. Имеются некоторые особенности этого загрязнения в случае аварии на АЭС, которые необходимо учитывать при определении опасных зон, организации аварийно-спасательных работ. Во-первых, при аварии на АЭС значительная часть радиоактивных продуктов деления ядерного топлива имеет парообразное или аэрозольное состояние, поэтому радиоактивное облако может распространяться на далёкие расстояния. Так, при аварии на Чернобыльской АЭС (1986) уже в первые двое суток радиоактивное облако распространилось на территорию Швеции и Финляндии. Во-вторых, по мере выработки ядерного топлива (несколько месяцев) в реакторах АЭС короткоживущие радиоактивные элементы распадаются и превращаются в стабильные, а отходы содержат значительное количество легколетучих и долгоживущих радиоактивных элементов, имеющих большой период распада. Поэтому спад радиоактивности на местности, загрязнённой продуктами деления, происходит медленнее, чем при ядерном взрыве.

Не меньшую опасность для населения могут представлять и радиоактивные отходы. В настоящее время количество радиоактивных отходов, находящихся только в хранилищах на территории России в жидком, твёрдом и отверждённом состоянии, определяется десятками тысяч кубических метров. Только в хранилище радиоактивных отходов «Радон», расположенном примерно в 100 км от Санкт-Петербурга, хранится около 14 тыс. м<sup>3</sup> твёрдых отходов.

Источниками химически опасных факторов прежде всего являются аварийно химически опасные вещества (АХОВ) и боевые токсичные химические вещества (БТХВ). Степень опасности АХОВ зависит от их токсических свойств, плотности населения, проживающего в зоне возможного заражения, наличия средств защиты и умения пользоваться ими, своевременного обнаружения опасности. В России в настоящее время насчитывается более 3000 химически опасных объектов, на которых хранятся, производятся и транспортируются АХОВ. Самыми распространёнными среди них являются сжиженные аммиак и хлор. Аммиак применяется на 1,9 тыс. объектов, хлор — на 900. Не исключено также поражение людей при воздействии оксидов азота и серы, паров сильных кислот (серной, азотной), синильной кислоты и её производных, оксида углерода (угарного газа), фосфорорганических соединений и некоторых других АХОВ. Наряду с высокой степенью опасности большинства этих веществ, определяемой их свойствами, риск проявления того или иного опасного фактора увеличивается в связи с высокой концентрацией химически опасных объектов. В различных регионах России используются и хранятся сотни тысяч тонн АХОВ. Например, в Северо-Западном регионе общее количество аммиака, хлора и других АХОВ составляет 48,5 тыс. т, в Поволжском регионе — 146,3 тыс. т.

Обобщённые данные о факторах химической опасности и вредности приведены в табл. 11. Эти факторы систематизированы по основным составляющим окружающей среды: воздушной среде, воде, почве, продуктам питания. Продукты питания как среда выделены отдельно, это связано с их важной ролью в формировании безопасного образа жизни, обеспечиваемого не только рациональным питанием, но и потреблением экологически чистых (незагрязнённых) продуктов.

### 3.1. Источники и характер радиационной и химической опасности

Таблица 11

Характеристика факторов химической опасности (вредности)

Среда	Фактор химической опасности (вредности)	Типичные ситуации загрязнения	Пути проникновения в организм
Воздух	<p>Твёрдые атмосферные выпадения и пыль:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• тяжёлые металлы;</li> <li>• высокотоксичные органические соединения;</li> <li>• региональные загрязнители;</li> <li>• биопродукты;</li> <li>• радионуклиды и др.</li> </ul> <p>Химические загрязнители:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• АХОВ;</li> <li>• выхлопные газы;</li> <li>• продукты сгорания и дыхания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ветреные дни после схода снега;</li> <li>• аэрационное проникновение в жилище через неплотности окон;</li> <li>• накопление бытовой пыли в помещениях</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• При дыхании;</li> <li>• при контакте с кожей;</li> <li>• с продуктами питания</li> </ul>
Вода, водные объекты	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Показатели качества воды (соли, биогены, органические соединения, кислоты и др.);</li> <li>• содержание химических токсикантов (тяжёлые металлы, высокотоксичные соединения, региональные загрязнители, радионуклиды и др.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Газовые промышленные выбросы;</li> <li>• загрязнение воздуха от автотранспорта на магистралях;</li> <li>• аварии и утечки с выделением АХОВ на производственных предприятиях, складах, базах;</li> <li>• пожары;</li> <li>• утечки бытового газа;</li> <li>• противоправные действия, связанные с применением БТХВ и АХОВ (хулиганство, диверсии, террористические акты)</li> <li>• Санкционированные и несанкционированные выпуски промышленных стоков в водоёмы;</li> <li>• загрязнение водоёмов стоками с дорог и почвы (соли, удобрения и т. п.);</li> <li>• загрязнение водоёмов стоками от свалок;</li> <li>• противоправные действия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• При дыхании</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контакт с кожными покровами (умывание, купание);</li> <li>• употребление воды для питья и приготовления пищи;</li> <li>• употребление в пищу рыбы из загрязнённых водоёмов</li> </ul>

Окончание табл. 11

Среда	Фактор химической опасности (вредности)	Типичные ситуации загрязнения	Пути проникновения в организм
Почва	Загрязнённость с учётом регионального фона: <ul style="list-style-type: none"> <li>• тяжёлые металлы;</li> <li>• пестициды;</li> <li>• высокотоксичные органические соединения;</li> <li>• кислоты и др.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аэрационное загрязнение почвы твёрдыми выпадениями;</li> <li>• выброс (разрушение) аккумуляторов;</li> <li>• внесение больших доз удобрений;</li> <li>• миграция загрязнений в почве</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• При дыхании (с пылью);</li> <li>• употребление продуктов питания с загрязнённых почв</li> </ul>
Продукты питания	Содержание (концентрация) вредного вещества в продукте: <ul style="list-style-type: none"> <li>• тяжёлые металлы;</li> <li>• высокотоксичные органические соединения;</li> <li>• радионуклиды.</li> </ul> Нерациональное употребление в пищу продуктов питания (без учёта количества и совместимости)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перенос загрязнителя из окружающей среды (почвы водоёма, воздуха) в биологическую ткань продукта (зелень, овощи, мясо, рыбу и т. п.)</li> <li>• продукты ненадлежащего качества (рыба, мясо, молоко, овощи и т. п.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Употребление в пищу загрязнённых продуктов;</li> <li>• употребление в пищу незагрязнённых продуктов питания без учёта количества и совместимости</li> </ul>

## 3.2. Контроль радиоактивного загрязнения местности и продуктов питания

Одним из основных способов предотвращения воздействия внешнего и внутреннего радиоактивного облучения организма человека является контроль уровня радиации окружающей среды и потребляемых продуктов питания и воды. Своевременное обнаружение радиоактивных излучений позволяет предотвратить радиоактивное поражение людей или значительно снизить его воздействие.

### 3.2.1. Явление радиоактивности. Свойства радиоактивных излучений

В XX в. учёные на основе экспериментальных данных установили, что атомы имеют сложное строение. Планетарную модель строения атома предложил английский учёный Эрнест Резерфорд. Суть этой модели заключается в следующем: в центре атома находится ядро, в котором сосредоточена вся масса, а вокруг ядра по круговым орбитам на больших расстояниях вращаются отрицательно заряженные частицы — электроны (как планеты вокруг Солнца). В ядрах атомов находятся два вида элементарных частиц: положительно заряженные частицы — протоны и частицы, не имеющие заряда, — нейтроны. Число протонов в ядре атома совпадает с порядковым числом химического элемента в периодической таблице Д.И. Менделеева.

Атомы электрически нейтральны. Число протонов в них равно числу электронов.

Почти каждый химический элемент имеет несколько разновидностей атомов. Они отличаются тем, что в ядрах таких атомов количество протонов одинаковое, а нейтронов — разное. Отсюда следует, что и массовое число у них тоже разное. Такие разновидности атомов одного химического элемента называют **изотопами**. Например, химический элемент водород в природе существует в виде трёх изотопов:

- обычный водород — протий (в ядре один протон и нет нейтронов);
- тяжёлый водород — дейтерий (в ядре один протон и один нейтрон);
- сверхтяжёлый водород — тритий (в ядре один протон и два нейтрона).

Большинство атомов химических элементов обладают устойчивостью (стабильностью) и в отсутствие специфических воздействий могут существовать сколь угодно долго. Однако имеются химические элементы, ядра атомов

которых нестабильны, неустойчивы и обладают значительной энергией. Они самопроизвольно распадаются. При распаде ядер эти элементы, отдавая избыток энергии, превращаются в другие — устойчивые и стабильные.

Самопроизвольный распад ядер атомов нестабильных химических элементов и превращение их в другие, стабильные химические элементы называется **радиоактивностью**.

При самопроизвольном распаде ядер атомов энергия выделяется в следующих видах:

- излучение положительно заряженных альфа-частиц ( $\alpha$ -частиц,  $\alpha$ -излучение);
- излучение отрицательно заряженных бета-частиц ( $\beta$ -частиц,  $\beta$ -излучение);
- гамма-излучение ( $\gamma$ -излучение);
- нейтронное излучение.

Важным свойством всех радиоактивных излучений является их способность вызывать ионизацию клеток в тканях живых организмов, что приводит к нарушению их деятельности. Наиболее сильную ионизацию атомов и молекул биологических тканей производят тяжёлые заряженные частицы ( $\alpha$ -частицы, протоны, осколки ядер атомов). Однако их проникающая способность мала в связи с тем, что энергия быстро растрачивается на многократные акты ионизации при столкновении с атомами или молекулами вещества. Поэтому пробеги  $\alpha$ -частиц даже в воздухе составляют около 10 см. Более плотное вещество (например, лист бумаги, одежда, кожа) задерживает  $\alpha$ -частицы полностью. Масса  $\beta$ -частиц значительно меньше массы  $\alpha$ -частиц, поэтому они характеризуются меньшей ионизирующей способностью и большей длиной пробега. В газах длина пробега этих частиц составляет десятки метров. От  $\beta$ -частиц можно защититься тонким листом алюминия или слоем древесины толщиной 1,3 см. В кожные покровы человека  $\beta$ -частицы проникают на глубину до 15 мм. Поэтому  $\beta$ -излучение опасно при попадании радиоактивного вещества на открытые участки кожи. Наибольшей проникающей способностью обладают нейтронное и  $\gamma$ -излучение. В газах длина их пробега составляет сотни метров, а в свинце — до 5 см. Тело человека  $\gamma$ -лучи пронизывают насквозь. Для характеристики защитных свойств различных материалов от  $\gamma$ -излучения используют понятие толщины слоя, ослабляющего мощность этого излучения в 2 раза. Значение величины слоя половинного ослабления для некоторых материалов в сантиметрах приведено в табл. 12.

**Величина слоя половинного ослабления  $\gamma$ -излучения  
некоторых материалов**

<b>Материал</b>	<b>Слой половинного ослабления, см</b>
Воздух	12 000
Дерево	21
Вода	14
Грунт	8,4
Кирпич	8,4
Бетон	6,3
Железо	2,1
Свинец	1,3

Нейтроны, не имея заряда, непосредственно не ионизируют атомы или молекулы вещества, но отдают им свою энергию. При этом ядра атомов становятся неустойчивыми и испускают  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучи, вызывающие сильную ионизацию вещества.

Каждый радиоактивный элемент, обладающий некоторой активностью, превращается в стабильный по закону радиоактивного распада за определённое время, называемое периодом распада. Закон радиоактивного распада устанавливает зависимость (уменьшение) количества нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени наблюдения. Соответствующий график зависимости в общем виде приведён на рис. 7<sup>24</sup>. График позволяет определить период полураспада ( $T$ ) как время, в течение которого распадается половина ядер атомов радиоактивного элемента.

На графике видно, что вначале идет быстрое уменьшение количества нераспавшихся ядер радиоактивного элемента, или, как говорят, происходит активный ядерный распад. В этот период времени энергия распадающихся ядер используется в ядерном реакторе атомной электростанции (АЭС) для образования водяного пара, приводящего во вращение турбину парогенератора для выработки электроэнергии. Когда активность распада падает — на графике медленное снижение кривой (т. е. медленный распад ядер), отработанное ядерное топливо выгружают для хранения в специальных хранилищах. При аварии на радиационно опасном объекте, в частности на АЭС, наибольшую опасность представляет радиоактивное топливо во время активного распада. На графике

<sup>24</sup> Тема 15. Введение в квантовую физику. § 15-ж. Закон радиоактивного распада [Электронный ресурс] // Физика.ру. Режим доступа: <https://fizika.ru/kniga/index.php?mode=paragraf&theme=15&id=15070> (дата обращения: 03.04.2023).

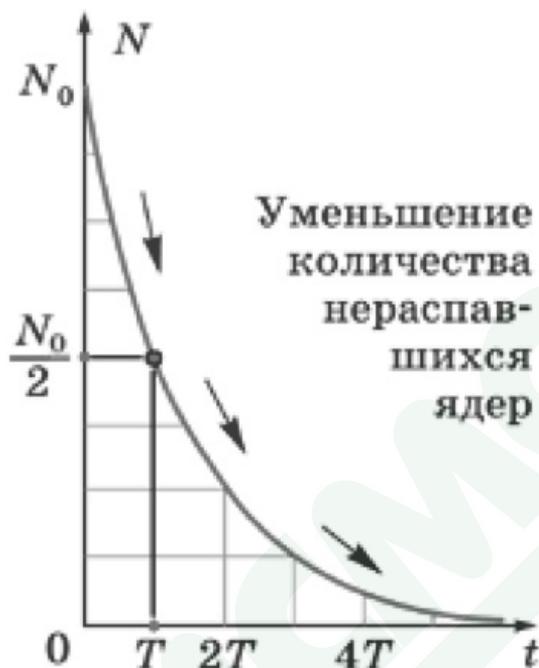


Рис. 7. График радиоактивного распада:

$N$  — количество нераспавшихся ядер радиоактивного вещества;

$N_0$  — начальное количество ядер;

$t$  — время наблюдения;

$T$  — период полураспада вещества

этот период времени приблизительно равен периоду полураспада (крутой спад кривой). Поэтому в течение этого времени обязательна защита всего живого от губительного действия радиоактивных излучений. Для радиоактивного йода этот период составляет 8,1 суток, для радиоактивного стронция — 28,4 года, для радиоактивного цезия — 30 лет, для радиоактивного урана — 4,5 млрд лет.

### 3.2.2. Единицы измерения радиоактивности

Для оценки радиоактивности используют различные единицы измерения. Единицей непосредственного измерения радиоактивности является кюри (Ки). Эта единица определяет активность вещества, взятого в определённом количестве. Активность измеряется путём подсчёта количества распадов нестабильных ядер в единицу времени.

В системе СИ за единицу активности принят один распад в секунду. Эта единица получила название беккерель (Бк).

Количественной оценкой действия радиоактивного излучения на различные объекты является **доза радиации**. **Экспозиционная доза радиации** ( $D_{\text{экс}}$ ) — это такая доза, которую излучает радиоактивное вещество в окружающее пространство. В системе СИ за единицу измерения экспозиционной дозы радиации принят 1 Кл/кг, означающий дозу, которая ионизирует воздух массой 1 кг с образованием ионов с электрическим зарядом 1 кулон. Внесистемная единица экспозиционной дозы — рентген (Р). Один рентген означает дозу  $\gamma$ -излучения, которая ионизирует воздух объёмом 1 см<sup>3</sup> с образованием  $2,08 \times 10^9$  пар ионов с электрическим зарядом в одну электростатическую единицу количества электричества.

Для живых организмов и в первую очередь для человека опасна доза радиации, которая попала в организм — так называемая **поглощённая доза радиации** ( $D_{\text{полг}}$ ). Она является частью экспозиционной дозы радиации и может попасть внутрь человека через органы дыхания, с пищей, через кожу. Если  $\beta$ -или  $\gamma$ -лучи проникают внутрь человека через кожу и мягкие ткани, то часть их задерживается. Это учитывается коэффициентом:

$$K_1 = 0,877 \times (D_{\text{полг}}) = K_1 \times (D_{\text{экс}}).$$

В системе СИ за единицу измерения поглощённой энергии принят грей (Гр), представляющий количество энергии ионизирующего излучения, поглощённой веществом массой в 1 кг. Внесистемная единица измерения поглощённой энергии — рад (1 рад =  $10^{-2}$  Гр).

Одинаковые поглощённые дозы разных излучений создают неодинаковые биологические эффекты. Так, поглощённая доза в 1 Гр, полученная живым организмом от  $\alpha$ -излучения, является более опасной в биологическом отношении, чем доза в 1 Гр от  $\beta$ -излучения, так как  $\alpha$ -частицы на своём пути ионизируют больше атомов и молекул в живых тканях организма.

Для учёта биологического эффекта от разных видов излучений введён коэффициент  $K_2$ , который показывает, во сколько раз эффективность биологического воздействия данного вида излучения больше воздействия  $\gamma$ -излучения.

Поглощённая доза радиации с учётом этого коэффициента называется **эквивалентной дозой радиации** и обозначается  $D_{\text{экв}} = K_2 \times D_{\text{погл}}$ . Для  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений коэффициент  $K_2$  равен 1, для  $\alpha$ -излучения — 20, для  $n$ -излучения — 10.

В системе СИ единицей измерения эквивалентной дозы радиации является Зиверт (Зв). Внесистемной единицей измерения эквивалентной дозы радиации является бэр (биологический эквивалент рада).  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ .

Учитывая, что у существующих бытовых дозиметрических приборов погрешность измерений составляет до 30%, можно приближённо считать, что для  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений  $D_{\text{эксп}} \approx D_{\text{погл}} \approx D_{\text{э кв}}$ . Это означает, что экспозиционная доза практически вся поглощается биологической тканью.

Воздействие ионизирующего излучения неодинаково на различные органы человека. С учётом этого фактора поглощённая каким-либо органом доза радиации называется **эффективной дозой радиации** и обозначается  $D_{\text{эф}}$ .

$$D_{\text{эф}} = K_3 \times D_{\text{экв}},$$

где  $K_3$  — коэффициент, учитывающий воздействие радиации на конкретный орган человека.

Для печени  $K_3 = 0,05$ , для кожи  $K_3 = 0,01$ , для лёгких  $K_3 = 0,12$ , для костной ткани  $K_3 = 0,01$ , для всего тела человека значение  $K_3 = 1$ .

Для оценки уровня радиоактивности используют также мощность дозы (экспозиционной, поглощённой, эффективной и эквивалентной), которая определяет количество энергии, переносимой радиоактивным излучением в единицу времени.

Знание и умение пользоваться единицами измерения радиоактивности необходимы для проведения исследований с помощью дозиметрических приборов, сравнения полученных результатов с допустимыми значениями, оценки радиационной обстановки и принятия защитных мер.

#### 3.2.3. Радиационный контроль и дозиметрия. Приборы для измерения дозы и мощности дозы радиации

Принцип обнаружения радиоактивных излучений основан на их свойстве ионизировать вещество среды, в которой они распространяются. Для обнаружения, контроля и измерения радиоактивных излучений используют следующие методы.

**Фотографический** метод основан на свойстве фотоматериалов темнеть под действием радиоактивных излучений. По степени их потемнения судят о

величине дозы излучения, сравнивая полученный результат с эталонными образцами.

**Химический** метод основан на свойстве некоторых химических веществ под действием радиоактивных излучений менять свою химическую структуру и цвет красителя. На этом методе работают химические дозиметры.

**Сцинтилляционный** метод (сцинтилляция — вспышки света) основан на том, что некоторые вещества светятся под действием радиоактивных излучений, причём чем больше мощность дозы радиации, тем большее количество вспышек регистрируется прибором.

**Ионизирующий** метод основан на свойстве ионизации газа под действием радиоактивных излучений. Это выражается в том, что его атомы и молекулы разделяются на положительные и отрицательные ионы, которые при определённых условиях образуют электрический ток. Измеряя величину тока, можно судить об интенсивности радиоактивного излучения.

По назначению приборы радиационного контроля подразделяют на индикаторы, дозиметры, радиометры.

**Индикаторы** — простейшие приборы, предназначенные для обнаружения  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений. Функционально индикаторы осуществляют радиационный контроль в виде экспресс-оценки радиоактивности. Обычно они имеют световую и звуковую индикацию. Например, бытовой индикатор  $\gamma$ -излучений «Берег» имеет на шкале три сектора — зелёный, жёлтый и красный. Если стрелка прибора располагается в зелёном секторе, уровень радиоактивности считают нормальным, если в жёлтом — уровень радиоактивности близок к предельно допустимому, если в красном — необходимо принимать меры защиты от воздействия радиации.

Для измерения дозы и мощности дозы радиации применяют **дозиметры**, а для измерения активности радиоактивных изотопов используют **радиометры**.

Для населения выпускают достаточно простые дозиметрические приборы, их называют бытовыми. Эти приборы предназначены для регистрации  $\gamma$ -излучений, иногда  $\beta$ -излучений; определения уровня загрязнённости радиоактивными изотопами воды, почвы, продуктов питания и других объектов. Наименование и назначение дозиметрических приборов приведены в приложении 3.

#### 3.2.4. Методика проведения занятий по измерению радиоактивных излучений

Основная особенность курса «Основы безопасности жизнедеятельности» заключается в том, что большая часть знаний, умений и навыков, приобретаемых учащимися, должна применяться ими в необычных, экстремальных условиях. Экстремальность накладывает повышенные требования к психике человека при его адаптации к необычным условиям. Исходя из концепции, определяющей практические умения и навыки как необходимое условие такой адаптации, можно утверждать, что обучение основам безопасности жизнедеятельности следует ориентировать на практические занятия. Задачу обеспечения индивидуального развития личности учащегося, в том числе повышения психической устойчивости в условиях экстремальных ситуаций на основе усвоения практических умений и навыков, можно решить посредством реализации **лично-деятельностного подхода**. Применяя такой подход, учитель использует:

- личностный опыт школьника;
- его возможности для анализа экстремальной ситуации и выбора способа защиты из нескольких возможных вариантов с учётом психосоматических возможностей;
- совместную деятельность учащихся (их взаимодействие).

В данном подходе актуальным является создание условий для работы учащихся в группе (например, при проведении практических измерений и обработке полученных данных, при обсуждении ситуационных задач и др.).

При проведении измерений радиоактивных величин самостоятельная работа учащихся в группах или парах также обоснована возможностью применения бытовых измерительных приборов с доступным для школьников алгоритмом применения.

Перед проведением дозиметрических измерений учащиеся должны:

- иметь необходимый объём знаний о строении атомов, явлении радиоактивности, различных видах радиоактивных излучений и их свойствах;
- знать единицы измерения радиоактивности, мощности и дозы радиации;
- различать экспозиционную, поглощённую, эффективную и эквивалентную дозу радиации;
- иметь представление о предельно допустимых дозах, уметь оперировать единицами измерения радиации для сравнения с ними доз, полученных при измерениях.

Для знакомства с работой дозиметрических приборов и проведения измерений следует использовать приборы, предназначенные для измерения и

контроля радиационной обстановки на местности и выполняющие функции дозиметра и радиометра. Дозиметрические приборы должны обеспечивать необходимый предел измерения мощности дозы радиации  $\gamma$ -излучения, достаточный по чувствительности для проведения измерений естественного радиационного фона (единицы мкР/ч).

При измерении радиоактивной загрязнённости продуктов питания и воды по удельной активности в пробах приборы должны обеспечивать нижний предел измерения (единицы кБк/кг или кБк/л). Этим условиям соответствуют дозиметры-радиометры РАДЕКС РД1706, РКСБ-104, ДРГБ-01 ЭКО-1 (рис. 3, п. 2.4.5).

В процессе ознакомления с работой дозиметрических приборов, применения их для измерения радиоактивности учащиеся должны получить навыки правильного определения (считывания) измеряемых величин. При обучении применению дозиметрических приборов нет необходимости подробно изучать инструкцию пользования конкретным, имеющимся в наличии прибором. Целесообразно показать лишь набор операций, который позволяет произвести нужные измерения. Пользование бытовыми дозиметрическими приборами достаточно простое, по сложности сравнимое с использованием телевизора. Практические навыки школьники приобретают непосредственно при проведении измерений. При измерениях необходимо учитывать то обстоятельство, что радиоактивный распад происходит случайно во времени, лишь статистически подчиняясь экспоненциальному закону. Поэтому значения нескольких измерений могут отличаться значительно (с учётом погрешности приборов примерно до 40%), причём точность измерений будет повышаться с увеличением числа проведённых измерений. Необходимо проводить минимум три измерения и по ним вычислять среднее значение. Сравнение среднего результата измерения для мощности дозы в мкР/ч или мкЗв/ч производят с предельно допустимыми дозами. Поскольку значение предельно допустимой дозы (ПДД) по нормам радиационной безопасности определено за период в 1 год, то для сравнения полученного среднего значения мощности дозы радиации необходимо провести пересчёт ПДД в значение дозы, полученной за 1 ч. Эта операция также требует определённых навыков. Таким образом, особенностью практических навыков измерения радиоактивных величин является обучение умению пользоваться единицами измерения по показаниям приборов и пересчитывать единицы измерения для сравнения с ПДД.

Традиционно считается, что методики обучения нацелены на выработку решений (ответов) на три основных вопроса: зачем учить, чему учить и как учить. По отношению к практическим занятиям ответ на первый вопрос заключается в приобретении учащимися умений и навыков действий в условиях

экстремальных ситуаций. Умения и навыки основываются на знаниях, приобретаемых учащимися в процессе обучения, содержание которого отвечает на второй вопрос. Для расширения активной деятельности учащихся в обучении используется технология практикума. Эта педагогическая технология подразумевает включение в процесс обучения, кроме практических работ, и решение ситуационных задач, таким образом она отвечает на вопрос «Как учить?» Перед выполнением практических работ по измерению радиоактивности необходимо решить ситуационные задачи с использованием единиц измерения. Этап решения задач обеспечивает приобретение учащимися навыков оперирования с единицами измерения радиоактивных величин, которые необходимы для сравнения результатов измерения с предельно допустимыми значениями. Включение ситуационных задач существенно расширяет возможности получения учащимися практических умений и навыков. Их решение даёт школьникам возможность использовать результаты, получаемые при выполнении практических работ, в конкретных жизненных ситуациях, развивать способности для самостоятельного решения проблем безопасности.

Учитывая, что объём знаний учащихся средних общеобразовательных учреждений по ядерной физике недостаточен для полного понимания ими физической сущности защитных мер от воздействия радиации, при изложении учебного материала учителем используются некоторые упрощения, в частности:

- не раскрывается природа радиоактивных излучений. Например, учащимся может не сообщаться, что  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения представляют собой потоки заряженных частиц, а  $\gamma$ -излучение — это частный случай электромагнитного излучения, а также, что  $\beta$ -излучение может быть потоком как отрицательно (поток электронов), так и положительно (поток позитронов) заряженных частиц;
- закон радиоактивного распада представляется лишь как свойство, необходимое для определения времени защиты, которое определяется периодом распада;
- не указываются ряды превращений радиоактивных элементов в стабильные атомы;
- считается, что для  $\gamma$ -излучений в случае облучения всего тела экспозиционная доза примерно равна поглощённой дозе и примерно равна эквивалентной дозе;
- не учитывается, что радиоактивные излучения одного вида, но от разных изотопов имеют различную по величине энергию, что влияет как на ионизацию, так и на проникающую способность излучения.

Эти упрощения не искажают реальной картины воздействия радиоактивных излучений на человека, а лишь способствуют облегчению процесса обучения.

### 3.3. Контроль химического загрязнения окружающей среды и продуктов питания

#### 3.3.1. Контроль химического состава воздуха с применением индикаторных трубок

При ознакомлении с индикаторными трубками и насосом-пробоотборником НП-3М (НП-4) учащимся следует показать приёмы их использования и разъяснить основные процессы, протекающие при анализе. По мере освоения обучающимися приёмов работы можно переходить к оценке загрязнённости воздуха тем или иным компонентом. При этом необходимо рассказать учащимся о химическом загрязнении воздушной среды, основных источниках химических загрязнений, разъяснить понятие «концентрация загрязнителя» и связать это понятие с предельно допустимой концентрацией.

Следует отметить, что индикаторные трубки, как и любые приборы для контроля загрязнения воздуха, имеют минимально определяемую концентрацию (чувствительность определения). Поэтому в ходе урока целесообразно привести сведения о чувствительности различных индикаторных трубок, а также предельно допустимые концентрации различных загрязнителей атмосферы для разных условий: воздуха населённых пунктов (среднесуточные и максимально разовые) и воздуха рабочей зоны (приложение 2).

Из характеристик индикаторных трубок (см. табл. 6, п. 2.4.3) следует, что с их помощью можно определять содержание загрязнителей только при их относительно высоких концентрациях (за исключением углекислого газа, который индикаторными трубками может уверенно определяться в концентрациях, характерных для его естественного содержания в атмосферном воздухе). Поэтому в качестве объектов практических работ целесообразно использовать:

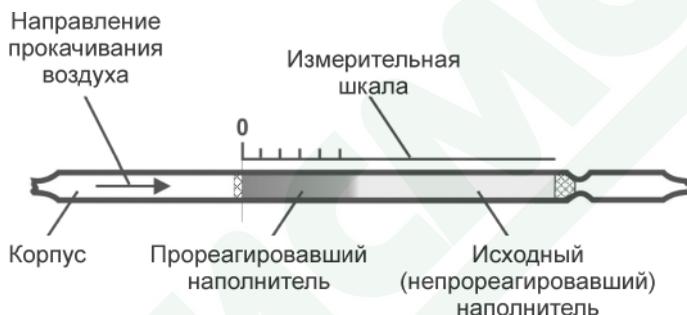
- воздух на улице и в классном помещении, а также выдыхаемый человеком (при определении углекислого газа);
- выхлопные газы автомобильного двигателя или воздух в местах скопления автотранспорта с работающими двигателями (у светофоров, на автотрассах с напряжённым движением, на автозаправках и т. п.). Таким образом, может быть определена загрязнённость углекислым газом, угарным газом, диоксидом азота и несгоревшими нефтепродуктами. Следует учитывать, что максимально допустимая концентрация угарного газа в выхлопных газах для бензинового двигателя составляет 2%, для дизельного — 0,5%;
- воздух вблизи промышленных предприятий, строительных зон, в свежестроенных помещениях при наличии резкого запаха, свидетельствующего о загрязнении (сернистым газом, хлором, аммиаком, органическими растворителями).

телями и т. п.). Большое количество сернистого газа выделяется при разогреве битума для крыш, а химические загрязнители часто содержатся в воздухе вблизи складов химических материалов, химических производств и цехов.

Объектом практических работ могут быть также учебные модельные воздушные смеси, приготовление которых подробно описано в руководстве по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»<sup>25</sup>.

#### Рекомендуемая методика проведения занятия

После вводной части следует рассказать об устройстве и принципе действия индикаторной трубки. Для наглядности на классной доске можно воспроизвести изображение основных элементов индикаторной трубки, приведённых на рис. 8.



Надо обратить внимание учащихся на признаки, которые свидетельствуют о непригодности индикаторных трубок к работе: истёк срок хранения, обломаны концы, рассыпан наполнитель, имеется расслоение наполнителя, на внутренней поверхности трубки видны следы влаги, изменилась первоначальная окраска наполнителя.

Аналогично следует рассказать об устройстве аспиратора (насоса-пробоотборника) для прокачивания воздуха (см. рис. 2, п. 2.4.3), подчеркнув, что его внутреннее пространство — цилиндр — имеет калиброванный объём (50 и 100 см<sup>3</sup>), а момент окончания прокачивания контролируется по индикатору завершения прокачивания. Необходимо сказать, что для работы нужно применять только технически исправный аспиратор и показать, как следует проверить его герметичность и работоспособность.

После этого можно перейти к практической демонстрации контроля загрязнённости воздуха или учебных модельных смесей, которые надо приготовить заранее. При этом необходимо обратить внимание учащихся на следующие особенности.

<sup>25</sup> Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Указ. соч.

1. Прокачивание воздуха через индикаторную трубку носит циклический характер (например, 300 см<sup>3</sup> прокачивают тремя циклами по 100 см<sup>3</sup>). Каждый цикл надо выполнять в течение времени, необходимого для прокачивания объёма воздуха, равного внутреннему объёму аспиратора (указано в табл. 6). Завершение каждого цикла определяют по истечении указанного времени либо по появлению метки в сигнальном окне на насадке аспиратора.

2. В ходе измерения надо наблюдать за окраской наполнителя. Полная окраска всего индикаторного слоя уже на первом качании поршня может свидетельствовать о том, что концентрация превышает максимальное значение диапазона измерения.

3. Под воздействием химического загрязнителя происходит изменение окраски слоя хемосорбента (например, от белой до коричневой). При наличии индикационного эффекта после нужного числа прокачиваний следует обратить внимание на цвет окраски, длину изменившего окраску слоя хемосорбента. Пользуясь шкалой концентраций, сравнить окраску с приведёнными значениями предельно допустимых концентраций и сделать соответствующий вывод.

Основные правила считывания показаний с индикаторной трубки:

- показания надо считывать сразу же после измерения (если иное не предусмотрено в инструкции), так как через некоторое время окраска наполнителя может измениться;
- считывать следует полную длину изменившейся окраски (сумму всех цветов);
- при считывании показаний необходимо достаточное освещение, однако следует избегать прямого солнечного света;
- точнее оценить окраску помогает светлый фон (белая бумага), а также сравнение окраски использованной трубки с неиспользованной;
- в случае неровной или размытой границы раздела окрасок слоёв исходного и прореагировавшего индикаторного порошка необходимо рассчитать среднее арифметическое значение максимальной и минимальной концентрации (рис. 9).

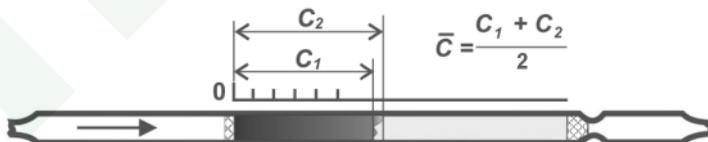


Рис. 9. Определение концентрации вещества в случае неровной или размытой границы изменения окраски

4. Концентрацию загрязнителей следует определять по длине прореагировавшего слоя индикаторной массы от начала шкалы до внешней границы окрашенного слоя.

5. На внешней цилиндрической поверхности индикаторной трубки и на её упаковке нанесена одна или несколько измерительных шкал (для наглядности учащимся можно раздать такие упаковки). Необходимо обратить внимание школьников на способ выражения концентраций. Для некоторых газообразных веществ (углекислого газа и др.) концентрации часто выражают в объёмных процентах. Поэтому целесообразно привести соответствующую формулу (1) для пересчёта из одних единиц измерения концентраций в другие:

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot 10^{-4} \times 22,4}{M}, \quad (1)$$

где  $C_1$  — концентрация газообразного вещества, объёмные %;  
 $C_2$  — концентрация газообразного вещества, мг/м<sup>3</sup>;  
 $M$  — молекулярная масса вещества.

#### **Примечание.**

При выполнении точных измерений (для рассматриваемого практикума не проводятся) следует также учитывать поправку на температуру и давление, которые являются факторами, влияющими на результат анализа. Как правило, результат измерения концентрации химического вещества в воздухе приводят к нормальным условиям, в качестве которых приняты температура воздуха +20 °С и атмосферное давление 760 мм рт. ст. Расчёт проводят по формуле (2):

$$C_{\text{в}} = \frac{C \cdot 760 \times (273 + t)}{P \times 293}, \quad (2)$$

где  $C_{\text{в}}$  — значение концентрации химического вещества в воздухе, приведённое к нормальным условиям, в мг/м<sup>3</sup> либо в объёмных %;

$C$  — значение концентрации химического вещества в воздухе, измеренное с помощью индикаторной трубки, в мг/м<sup>3</sup> либо в объёмных %;

$P$  — значение атмосферного давления, мм рт. ст.;

$t$  — температура воздуха в момент анализа, °С.

6. При выполнении работ необходимо соблюдать общие меры безопасности (они указаны в п. 2.5). Особое внимание следует обратить на то, что при работе с индикаторными трубками необходима осторожность на всех стадиях анализа: при обламывании запаянных концов, при подсоединении и отсоединении трубки. Это позволит избежать порезов и попадания осколков стекла в глаза.

Полезно выделить из цикла анализа загрязнения его элементы (стадии) и охарактеризовать процессы (физические, химические, физико-химические), лежащие в его основе. В частности, могут быть выделены следующие стадии:

- прокачивание воздуха через индикаторную трубку (движущей силой процесса является разность давлений — атмосферного и создаваемого аспиратором);
- фильтрация загрязнённого воздуха через слой индикаторного порошка, а также поглощение химического вещества слоем индикаторного порошка при прокачивании воздуха (в основе процесса лежат явления адсорбции и хемосорбции);
- изменение окраски индикаторного порошка в результате химических реакций.

При объяснении стадии прокачивания загрязнённого воздуха следует обратить внимание учащихся на то, что завершение прокачивания до срабатывания сигнального устройства на насадке аспиратора приводит к искажению результатов анализа.

По итогам проведённой работы целесообразно вместе с учащимися сделать выводы:

- о концентрации обнаруженного загрязнителя в воздухе;
- об экологической опасности обнаруженного превышения предельно допустимой концентрации загрязнителя и разного рода рисках и возможных ущербах, связанных с этим превышением;
- о факторах, влияющих на результат анализа в различных условиях: температуре (при повышении температуры ускоряются химические реакции, но ухудшается адсорбция), влажности воздуха (влияет на равновесное состояние при проведении химических реакций), освещённости (при пониженной освещённости затруднено наблюдение индикационного эффекта) и т. п.

#### **Подготовка аспиратора к работе**

Перед началом работы необходимо проверить герметичность аспиратора (насоса-пробоотборника НП-3М, НП-4, АМ-5Е и т. п.). Для этого надо провести пробное прокачивание воздуха, заглушить каким-либо способом отверстие входа воздуха (например, невскрытой индикаторной трубкой). Пробное прокачивание воздуха выполняют аналогично рабочему. О герметичности аспиратора свидетельствует возвращение его поршня в исходное положение после вытягивания из корпуса примерно на  $1/3$  длины штока.

#### **Порядок применения индикаторной трубки**

1. Достать из упаковки индикаторную трубку (а также фильтрующую трубку, если её применение предусмотрено) и осмотреть на предмет пригодности.

2. Вскрыть запаянные концы трубок так, чтобы не нарушилось положение тампонов и наполнителей. Сделать это можно при помощи приспособления на аспираторе (рис. 10).

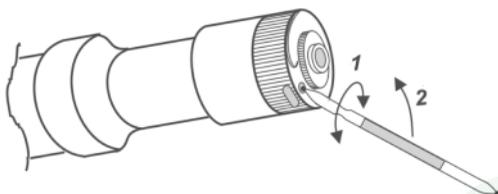


Рис. 10. Вскрытие трубок с использованием аспиратора типа НП-3М

3. Соединить трубки с аспиратором. Для этого вскрытые индикаторную и фильтрующую (если она необходима) трубки соединить отрезком резинового шланга, как показано на рис. 11. Затем индикаторную трубку вставить свободным концом в уплотнительную втулку аспиратора.

4. Прокачать через индикаторную трубку указанный на этикетке объём анализируемого воздуха с помощью насоса-пробоотборника, для чего выполнить следующие операции:

- привести аспиратор в исходное положение: шток введён в цилиндр до упора, метки на крышке и штоке совмещены (рис. 12);
- привести аспиратор в рабочее состояние, вытягивая шток из исходного положения до фиксации на позиции «100» (рис. 13), при этом через трубку прокачивается  $100 \text{ см}^3$  воздуха;
- если необходимо прокачать объём пробы больше  $100 \text{ см}^3$ , надо повторить прокачивание необходимое количество раз, не отсоединяя индикаторную трубку от уплотнительной втулки аспиратора.

Момент окончания прокачивания необходимо контролировать по индикатору завершения прокачивания. Об окончании цикла прокачивания свидетельствует появление чёткого изображения точки в окошке индикатора (рис. 14).



Рис. 11. Схема соединения трубок с аспиратором типа НП-3М

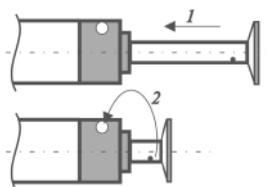


Рис. 12. Приведение аспиратора в исходное положение

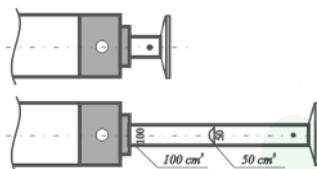


Рис. 13. Приведение аспиратора в рабочее состояние

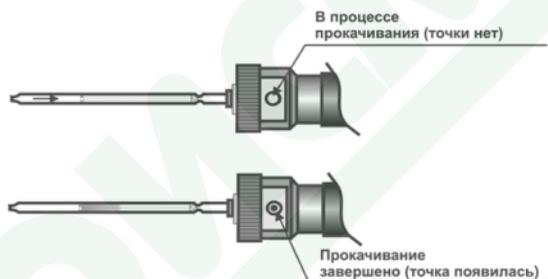


Рис. 14. Работа сигнального устройства

5. Отсоединить трубки от аспиратора.
6. Сравнить результат измерений со шкалой, нанесённой на поверхность индикаторной трубки или на этикетке.
7. На основании результатов измерений определить, превышены или нет значения предельно допустимой концентрации.

Примеры выполнения практических работ по определению содержания в воздухе углекислого газа и приоритетных загрязнителей воздуха приведены в руководстве на лабораторию «Пчёлка-У»<sup>26</sup> и экологическом практикуме<sup>27</sup>.

<sup>26</sup> Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

<sup>27</sup> Муравьёв А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Указ. соч.

### 3.3.2. Тестирование загрязнения воздуха безаспирационными тест-системами

Анализ воздуха с использованием тест-систем (экспресс-тестов) «Аммиак» и «Пары ртути», имеющих в составе УМК ФРХО, носит безаспирационный характер, т. е. проводится без применения прокачивающих устройств.

Данные тест-системы являются современными индикационными средствами обнаружения загрязнения воздушной среды, работающие по принципу химических дозиметров. Методика обучения применению тест-систем «Аммиак» и «Пары ртути» аналогична методике обучения использованию индикаторных трубок, однако имеет ряд особенностей.

Прежде всего учащимся необходимо показать и объяснить принципиальную разницу в работе индикаторных трубок и данных тест-систем. В то время как для индикаторных трубок требуется принудительное прокачивание воздуха, количество которого можно точно дозировать с помощью аспиратора, в тест-системах используют диффузионное проникновение молекул определяемого компонента в активный индикационный слой. Поэтому тест-системы обеспечивают скорость и удобство при выполнении анализа, в то время как индикаторные трубки обеспечивают более точный результат.

Основные характеристики тест-системы «Аммиак» приведены в табл. 13.

Таблица 13

Основные характеристики тест-системы «Аммиак»

Наименование характеристики	Значение
Диапазон контролируемых концентраций аммиака	От 10 до 1000 мг/м <sup>3</sup>
Время срабатывания (экспонирования)	От 1,5 мин до 1 с
Индикационный эффект (изменение окраски)	От жёлтой к синей
Примеси, мешающие определению	Пары кислот и аминов

Тест-система «Аммиак» может быть использована двумя методами:

- при экспресс-контроле воздуха на содержание аммиака (при наличии загрязнённости в тонком слое индикаторной полосы появляется пороговая тёмно-синяя окраска);
- при оценке средневзвешенных концентраций аммиака происходит срабатывание полоски теста на разную длину (длина изменившей окраску полоски зависит от концентрации аммиака в воздухе и продолжительности экспонирования).

При проведении тест-системы «Аммиак» ширина окрашенной зоны (зоны изменённой окраски) определяется средней (средневзвешенной) концентрацией аммиака в воздухе за время экспонирования.

Количество окрашенных продуктов, накапливаемое при экспонировании тест-системы, со временем становится достаточным для визуального определения за счёт порогового окрашивания рабочего участка. Время срабатывания тест-системы зависит от средней концентрации компонента в воздухе за время экспонирования (средневзвешенной концентрации).

Рисунки, иллюстрирующие внешний вид изменения окраски основы, приведены на обложке тест-системы «Аммиак» (рис. 15).

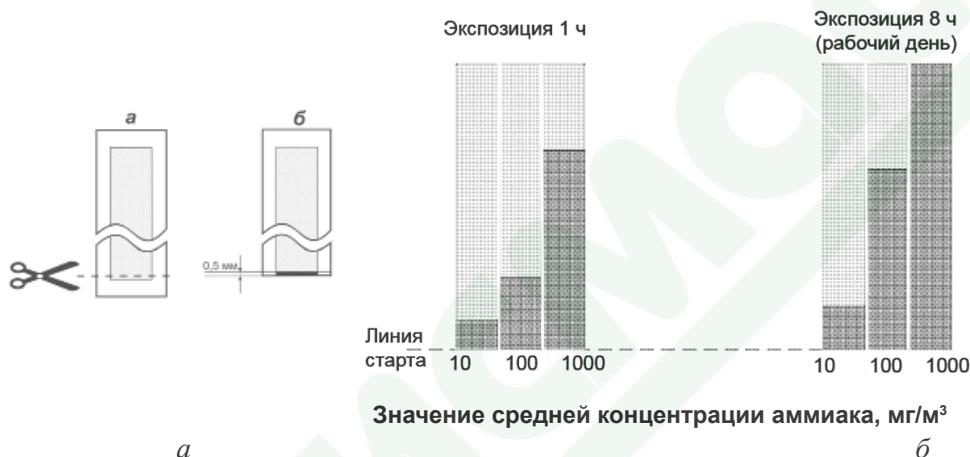


Рис. 15. Внешний вид основы тест-системы «Аммиак», изменившей окраску от воздействия паров аммиака:

- а — пороговое окрашивание при экспресс-контроле;
- б — окрашивание при контроле средневзвешенных концентраций

#### Порядок применения тест-системы «Аммиак»

Перед тем как приступать к работе, следует ознакомиться с содержанием инструкции, приведённой на упаковке тест-системы, а затем выполнить следующие операции:

- достать одну индикаторную полоску из упаковки, надрезав ножницами соответствующую ячейку (каждая ячейка содержит 9–10 индикаторных полосок, защищённых полимерным покрытием со всех сторон);
- вскрыть полоску, произведя срез поперёк герметичной упаковки таким образом, чтобы отрезанным оказался небольшой участок этой упаковки вместе с частью индикаторной полоски — основы (не более 2 мм);
- поместить подготовленную индикаторную полоску в анализируемый воздух для её экспонирования, закрепив вертикально в нужной точке любым способом (булавкой, скотчем, на нитке и т. п.). При этом необходимо обеспе-

### 3. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ...

чить целостность полимерного защитного покрытия тканевой основы: полоска должна быть срезана только по одному концу;

- отметить время начала экспонирования по секундомеру (при экспресс-контроле) или по часам (при оценке средневзвешенных концентраций);
- при экспресс-контроле пороговую окраску (индикационный эффект) наблюдать на срезе индикаторной полосы, как показано на рис. 15, а, и оценить концентрацию аммиака в зависимости от времени появления пороговой окраски.

Время появления пороговой окраски, с	90	60	менее 3
Концентрация аммиака, мг/м <sup>3</sup>	10	100	1000

- при оценке средневзвешенных концентраций аммиака надо пользоваться диаграммами, приведёнными на рис. 15, б (в зависимости от времени экспонирования индикаторной полоски определить концентрацию аммиака по соответствующей диаграмме, совместив срез полоски с линией старта).

#### **Пример расчёта:**

При экспресс-контроле загрязнённости воздушной среды аммиаком на срезе индикаторной полоски по истечении 70 с наблюдалось характерное пороговое окрашивание. Следовательно, концентрация аммиака в воздушной среде находится в пределах от 10 до 100 мг/м<sup>3</sup> ближе к 100 мг/м<sup>3</sup>.

Подробнее порядок применения тест-системы «Аммиак» и пример выполнения практической работы по экспресс-контролю загрязнённости воздуха парами аммиака приведены в разделе «Карты-инструкции для проведения практических работ» (работа 4.6).

#### **Порядок применения тест-системы «Пары ртути»**

Безаспирационная тест-система «Пары ртути» предназначена для анализа загрязнённости воздуха в помещениях и замкнутых объёмах при контроле воздуха после обнаруженного загрязнения и в ходе работ по демеркуризации. Использование тест-системы «Пары ртути» особенно эффективно при отсутствии проветривания свежим воздухом: для обозначения зон эмиссии паров ртути, при поиске мест загрязнения капельножидкой ртутью, оценке эффективности демеркуризации и т. п.

Время срабатывания (время порогового изменения окраски рабочего участка) определяется концентрацией паров ртути в анализируемом воздухе. О срабатывании рабочего участка можно уверенно судить, сравнивая его окраску с первоначальной окраской полоски до выдвигания из упаковочного пакета. Пользуясь соответствующей таблицей, в зависимости от времени сра-

батывания определяют ориентировочную среднюю (средневзвешенную) концентрацию в воздухе паров ртути.

Оставшаяся часть полоски может быть использована в течение 4 суток, т. е. одна полоска позволяет выполнить не менее 3 анализов. Тест-система «Пары ртути» поставляется в варианте на 50 анализов, в её комплекте 17 полосок.

При применении тест-системы «Пары ртути» её необходимо подготовить согласно нижеприведённому алгоритму (приведён также в инструкции к тест-системе), после чего разместить в местах проведения контроля, в которых предположительно может отсутствовать проветривание (в углах помещения, застойных зонах и т. п.).

Подробнее порядок применения тест-системы «Пары ртути» и пример выполнения практической работы по экспресс-контролю загрязнённости воздуха парами ртути приведены в работе 4.7.

#### 3.3.3. Тестирование загрязнённости воды и водных вытяжек

При организации практических работ по оценке качества воды следует различать оценку её состава по природным (естественным) компонентам и компонентам, являющимся чужеродными, которые могут попадать в водные объекты в результате антропогенного загрязнения.

При оценке состава воды по естественным компонентам в общем случае предметом работ может быть определение концентрации солей, формирующих минеральный состав общей жёсткости (кальций и магний), фосфатов, растворённого в воде кислорода, pH, а также органолептические показатели: мутность, прозрачность, цвет, запах. Эти показатели могут быть определены с использованием УМК ФРХО (частично), а также других экспресс-лабораторий (НКВ-1, НКВ-12, «Растворённый кислород», «Фосфор» и др.) и тест-комплектов.



*Самостоятельное определение школьниками таких органолептических показателей воды, как вкус и привкус, не рекомендуется.*

При оценке содержания в воде веществ-загрязнителей предметом анализа являются такие компоненты, как кислотные и щелочные загрязнители, органические и неорганические соединения, попадающие в водоёмы в больших

количества практически исключительно со сточными водами (никель, медь, хроматы, активный хлор и др.).

Основные характеристики тест-систем для анализа воды и водных вытяжек, предусмотренные предлагаемым оборудованием, приведены в табл. 5. Данные тест-системы в воде позволяют быстро определить и в ряде случаев идентифицировать загрязнение. Они имеют чувствительность, позволяющую выявить опасные загрязнения, являются простыми в использовании сигнальными средствами контроля даже для неподготовленных людей. Эта работа позволяет привлечь внимание обучаемых к вопросам загрязнения водоёмов и экологической оценки качества воды. Проводя занятия с использованием тест-систем, следует говорить об определении именно загрязнённости, а не чистоты воды (для определения чистоты необходимо использовать средства контроля с большей чувствительностью).

Принцип действия тест-систем для анализа воды и водных растворов основан на впитывании раствора с компонентом-загрязнителем гидрофильной основой, которая обычно помещена между тонкими прозрачными полимерными плёнками. Таким образом, впитывается нужное количество раствора, после чего наступает насыщение и впитывание прекращается. Потребность раствора-пробы для анализа с помощью тест-системы минимальна и составляет доли миллилитра. Содержащийся на смоченном участке индикаторной полосы анализируемый компонент реагирует с находящимися на ней химическими веществами-реагентами с образованием окрашенных соединений. Возникающая окраска визуально наблюдается непосредственно на индикаторной полоске (активный хлор, хромат-тест) или через прозрачную плёнку (остальные тест-системы). Концентрацию анализируемого вещества в растворе определяют по цвету и интенсивности окраски. Тест-система «Нитрат-тест» позволяет оценить также качество овощей, фруктов, соков (подробнее последовательность операций приведена в работе 4.5 настоящего практикума, а также в других прилагаемых пособиях<sup>28</sup>).

Загрязнённость (химический состав) почвы данным методом рекомендуется оценивать путём тестирования предварительно приготовленной почвенной вытяжки (водной, солевой) с использованием модульных загрязнений.

Целесообразно использовать игровые и тестовые методы проведения занятий. Одной группе учащихся можно предложить смоделировать сточные воды какого-либо предприятия, указав тип промышленного производства и соответствующие ему загрязнители (методика моделирования загрязнённости воды приведена в руководстве по применению мини-экспресс-лаборатории

---

<sup>28</sup> Муравьёв А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Указ. соч. ; Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

«Пчёлка-У»). Другой группе предложить определить загрязнение в этих сточных водах. Одним из вариантов игровых занятий может быть игра по станциям. Каждая станция имеет свой загрязнитель и тип производства (например, хроматы — цех гальванических покрытий, сульфиды — цех крашения ткани и т. п.). Данные по типам промышленных предприятий и соответствующим им компонентам в сточных водах приведены в табл. 14.

Таблица 14

#### Основные вещества-загрязнители водных объектов и характерные источники загрязнений

Загрязнители	Типы промышленного производства (процессы), для которых характерно образование сточных вод с данным загрязнителем	ПДК в воде водоёмов, мг/л
Активный хлор	Хлорирование и специальная обработка сточных вод, производство дезинфицирующих средств	Не допускается
Железо (II, III)	Травильные цеха (подготовка металлических поверхностей), производство реактивов, крашение тканей	0,3
Медь	Гальванические цеха (травление, гальванопокрытие); горно-обогатительные фабрики, фабрики искусственного волокна	0,1
Никель	Гальванические цеха (травление, гальванопокрытие); металлообрабатывающие и химические заводы	0,1
Нитраты	Производство азотной кислоты, минеральных удобрений	45 (40)
Сульфиды	Крашение сернистыми красителями, разложение белковых соединений в сточных водах	Не допускается
Хром (III, IV)	Гальванические цеха (травление, покрытие); красильные цеха текстильных предприятий; производство кож (хромовое дубление); производство реактивов	0,05 — по хрому VI, 0,5 — по хрому III

На завершающем этапе игры следует сопоставить полученные экспериментально значения концентрации с величинами ПДК, приведёнными в табл. 14, и сделать соответствующий вывод. Далее путём несложных расчётов можно определить количество чистой воды, необходимое для разбавления данной загрязнённой воды до допустимого уровня загрязнённости.

#### Пример расчёта:

При определении загрязнённости модельной сточной воды гальванического цеха определена концентрация меди, равная 50 мг/л. Заданный расход этой воды составляет 10 л/ч. Следовательно, при отсутствии дальнейшей очистки для разбавления данной сточной воды до допустимого уровня загрязнённости её следует разбавить чистой водой в количестве  $10 \times (50 - 1) = 490$  л/ч.

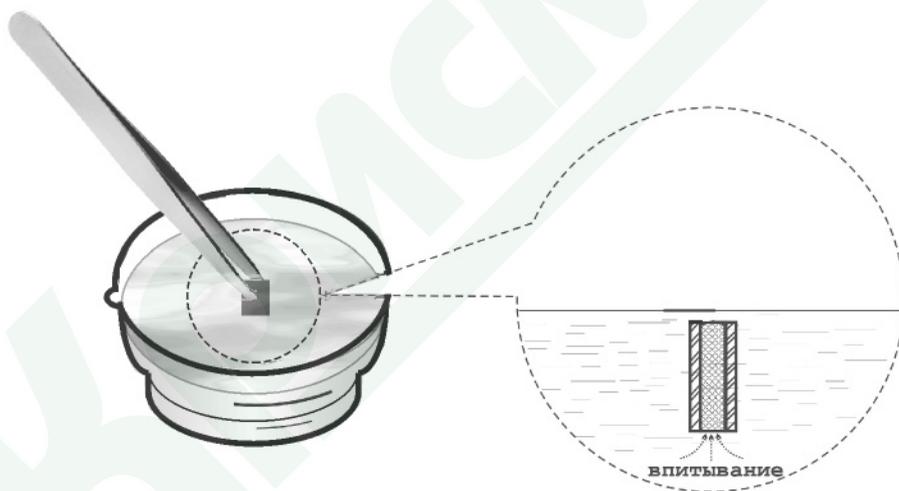
#### Общий порядок применения тест-систем

Перед началом работы с тест-системами для контроля воды и водных сред необходимо ознакомиться с инструкциями по их применению, приведёнными на упаковках, а затем действовать в последовательности, приведённой ниже (приводится для тест-систем с полимерным покрытием).

#### Порядок применения тест-систем



Отрезать ножницами участок индикаторной полоски размером не менее чем  $5 \times 5$  мм (полимерное покрытие с полоски снимать не следует). Можно заранее подготовить эти участки (за 1–2 ч до их применения).



Налить в ёмкость для проб небольшое количество анализируемой воды (15–20 мл). Погрузить в него с помощью пинцета отрезанный участок индикаторной полоски и выдержать его в воде до тех пор, пока текстильная основа участка полностью не пропитается (обычно достаточно 10 с). Содержащиеся в растворе взвешенные частицы (например, частички почвы) не мешают наблюдению индикационного эффекта. Они могут быть механически удалены с поверхности прозрачного полимерного покрытия.

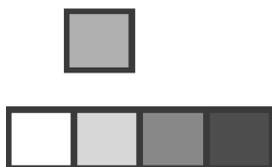


При необходимости прикапывания тестируемого раствора сделать это с помощью пипетки, как описано в инструкции.



Отметить время, запустив секундомер сразу же после полного смачивания основы участка анализируемым раствором. Выдерживать смоченный участок в течение времени, указанного на этикетке.

#### Концентрация, мг/л



Определить концентрацию контролируемого компонента в мг/л, сравнивая окраску участка с цветными образцами изображения индикационных эффектов на контрольных шкалах. За результат следует принять значение концентрации, соответствующее ближайшему по окраске образцу шкалы (при промежуточной окраске — интервалу концентрации).



*Порядок работы с тест-системами «Хромат-тест» и «Активный хлор» имеет свои особенности, подробно описанные в инструкциях, прилагаемых к данным тест-системам.*

Пример выполнения работы по приготовлению модельных загрязнений воды и их экспресс-анализу приведён в разделе «Карты-инструкции для проведения практических работ» настоящего пособия (п. 4.4).

#### 3.3.4. Оценка загрязнённости продуктов питания нитратами

Проблема загрязнения нитратами (повышенное содержание нитратов) наиболее актуальна для овощей, фруктов и различных соков. Она возникла сравнительно недавно в связи с загрязнением почв и поверхностных вод соединениями азота, обусловленным не столько глобальными процессами их образования в атмосфере, сколько бесконтрольным использованием азотных удобрений (в основном нитратов) в сельском хозяйстве. Нитраты хорошо растворимы в воде и не связываются частицами почвы, они являются естественным компонентом почвенного раствора. Попадая в растения, нитраты частично усваиваются ими и входят в состав их тканей. Существует несколько механизмов токсического воздействия нитратов на организм человека (сами по себе они относительно малотоксичны). В биологической среде, в том числе в орга-

### 3. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ...

низме человека, в результате биохимических реакций нитраты превращаются в нитриты (соли азотистой кислоты). Нитриты токсичнее нитратов в 450 раз. Поступая в кровь, они взаимодействуют с гемоглобином крови и блокируют его дыхательную функцию, превращая часть гемоглобина в метгемоглобин, не способный переносить кислород от лёгких к тканям. При содержании в крови 15–20% метгемоглобина человек ощущает лёгкую слабость и головную боль.

В связи с этим нитратные удобрения (аммиачная, калийная и натриевая селитра) следует вносить в почву, строго соблюдая агротехнические рекомендации. В противном случае основная масса нитратов попадает в водоёмы, вызывая их загрязнение и ускоренную эвтрофикацию (увеличение концентрации биогенных элементов, в основном азота и фосфора). Поэтому бороться надо не с нитратами, а с нарушениями агротехнических норм и правил, приводящих к загрязнению окружающей среды и избыточному содержанию нитратов в продуктах. Кроме того, превращение нитратов в тканях овощей и фруктов протекает, как и любая химическая реакция, во времени. Поэтому для самоочищения овощей и фруктов от нитратов существенным фактором является срок их хранения. Так, зимой и особенно весной нитраты в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации, можно встретить лишь в свежей зелени.

На занятии полезно привести следующие справочные данные: смертельная доза нитратов для человека составляет 8–15 г; допустимое суточное потребление составляет не более 5 мг на 1 кг веса человека. Предельно допустимая концентрация нитратов в воде водоёмов составляет 45 мг/л, в почве — 130 мг/кг. Данные о допустимом содержании нитратов в овощах и фруктах приведены в табл. 15.

Таблица 15

#### Предельно допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения

Продукты питания	Содержание нитратов, мг/кг	
	в открытом грунте	в защищённом грунте
Арбузы	60	—
Виноград столовых сортов	60	—
Дыни	90	—
Зелёные культуры (кинза, сельдерей, укроп и т. п.)	2000	3000
Кабачки	400	—
Капуста белокочанная		
• ранняя (до 1 сентября)	900	—
• поздняя	500	—
Картофель	250	—

Продукты питания	Содержание нитратов, мг/кг	
	в открытом грунте	в защищённом грунте
Морковь • ранняя (до 1 сентября) • поздняя	400 250	— —
Огурцы	150	400
Перец сладкий	200	400
Томаты	150	300
Яблоки, груши	60	—

При контроле продуктов питания учащиеся определяют содержание нитратов в овощах, фруктах, соках, сиропах и т. п., выполняя необходимые операции согласно инструкции, приведённой на обложке тест-системы «Нитрат-тест». Фрагмент обложки с указанием операций представлен на рис. 16. Для определения степени безопасности тестируемого продукта полученный результат надо сравнить с данными табл. 15 (приведены также в тексте инструкции по работе с тест-системой).



Рис. 16. Фрагмент обложки тест-системы «Нитрат-тест» с указанием операций, выполняемых при тестировании продуктов питания

Развёрнутый план проведения урока по определению содержания нитратов в различных овощах и фруктах с помощью нитрат-теста приведён в руководстве по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У».

#### 3.4. Особенности методики проведения занятий по оценке аварийно химически опасных веществ

##### Методика оценки экологического состояния почвы

Оценка экологического состояния почвы предполагает тестирование образцов почвы по кислотности и засолённости. Главной задачей при проведении занятий по оценке состояния почвы с использованием мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» является не столько получение количественных результатов, сколько практическое изучение влияния на кислотность почв процессов антропогенного загрязнения. К таким процессам относятся:

- кислотные дожди;
- разложение некоторых удобрений, сопровождающееся закислением почвы;
- кислотные сбросы сточных вод некоторых промышленных и агропромышленных предприятий (производство минеральных удобрений, животноводческие комплексы и др.);
- кислотные бытовые загрязнения, например, кислота из отработанных и неутилизованных автомобильных аккумуляторов и др.

Аналогично могут быть рассмотрены некоторые сведения о засолении почвы, его естественных типах, природных и антропогенных факторах формирования и регулирования. Данные о содержании различных солей в почвенном растворе (водной вытяжке) и соответствующих типах засоления почвы приведены в руководстве на лабораторию «Пчёлка-У»<sup>29</sup>.

##### О методе моделирования химических загрязнений окружающей среды

При проведении мониторинга воздушной среды в местах отдыха и расположения школ, скверах, парках и других относительно благополучных зонах оценку качества воздуха специалисты проводят, определяя содержание химических загрязнителей-токсикантов в концентрациях не более предельно допустимых для воздуха населённых пунктов. Это требует применения достаточно сложных лабораторных методов и высокочувствительных приборов, освоение которых для учащихся представляет серьёзные трудности (такие приборы в образовательных учреждениях, как правило, отсутствуют). Поэтому необходимый педагогический результат может быть достигнут при условии, что на занятии учащиеся:

- работают с реально загрязнённой средой или её моделью;

---

<sup>29</sup> Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

- непосредственно участвуют в подготовке и проведении эксперимента;
- наблюдают аналитический (качественный) эффект определения загрязнителя (лучше, если визуально);
- имеют возможность количественную (полуколичественную) оценку уровня загрязнённости сравнить с допустимыми нормами;
- делают обоснованный вывод об уровне загрязнённости среды.

Указанные условия можно реализовать при учебном моделировании химических загрязнений окружающей среды с использованием реагентов, предусмотренных в составе изделий УМК ФРХО и «Пчёлка-У». Метод моделирования загрязнений воздуха широко используют на практике (при разработке приборов, измерительных систем и их калибровке; при испытании систем, работающих в агрессивных средах; при токсикологических исследованиях и др.). Этот метод представляет собой способ воспроизведения реальных факторов химического воздействия на окружающую среду в микромасштабах, позволяющих экспериментатору работать в форме демонстрационного либо фронтального эксперимента, когда используют микроколичества АХОВ или их моделей. Метод не наносит ущерба окружающей среде и не требует утилизации отходов. Он базируется на интеграции естественнонаучных знаний и позволяет достичь комплексного эффекта. Использование метода направлено:

- на ознакомление учащихся с отдельными процессами, приводящими к химическому загрязнению воздуха;
- ознакомление учащихся с современными способами определения загрязнений воздуха;
- повышение познавательного интереса учащихся к исследованию природных явлений;
- развитие умений по практической количественной оценке степени загрязнённости воздуха;
- ознакомление учащихся со способами очистки загрязнённых газовых смесей;
- развитие прогностичности по оценке факторов, влияющих на физико-химические процессы при распространении загрязнений воздуха.

#### **Приготовление модельных воздушных смесей и освоение приёмов работы с индикаторными трубками**

Сущность метода моделирования химических загрязнений воздуха состоит в приготовлении учебных модельных смесей вещества-загрязнителя в замкнутой камере известного объёма. Концентрации загрязнителей в учебных модельных смесях значительно (в десятки раз) превышают фактическую загрязнённость воздушной среды населённых пунктов и составляют не ме-

нее предельно допустимой концентрации для воздуха рабочей зоны. Поэтому загрязнённость может быть быстро и достоверно определена в присутствии учащихся (либо самими учащимися) с помощью индикаторных трубок, а также с использованием других, более простых индикаторных средств. Проблема утилизации отходов после экспериментов с использованием моделирования практически отсутствует из-за малых количеств химикатов. Кроме того, выделение газообразных загрязнителей может быть в любой момент прекращено (например, опусканием источника газов в стакан со слабым раствором щелочи).

**Моделирование загрязнений воздуха** следует проводить с применением полиэтиленовой камеры из комплекта следующими способами: углекислый газ — выдыхать воздух в камеру (полиэтиленовый мешок объёмом 3–5 л с застёжкой, рис. 17); сернистый газ — сжигать в камере головку спички; диоксид азота — собирать в камеру выхлопные газы автомобиля либо препаративно химически получать газ в микроколичествах; аммиак — набирать в стеклянную посуду над водным раствором аммиака (20%). Подробно методика приготовления различных химических загрязнений воздушной среды описана в руководстве по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»<sup>30</sup>.

Простота и наглядность экспериментов по изготовлению учебных модельных смесей и их анализу позволяют проводить их в классах, кабинетах и учебных лабораториях. В связи с использованием, хотя и в небольших количествах, вредных веществ, а также необходимостью определённых навыков при выполнении работ данный метод может быть рекомендован как **демонстрационный**. Эксперимент должен выполнять специально подготовленный преподаватель (методист, лаборант) при наличии соответствующих условий. Главным из этих условий является наличие хорошо проветриваемого помещения. В отдельных случаях к выполнению эксперимента (в полном объёме или частично) могут быть привлечены учащиеся специализированных старших классов, хорошо усвоившие порядок выполнения работы и меры безопасности.

Лучше, если такие занятия будут проводить два учителя (например, ОБЖ и химии). Это будет способствовать более квалифицированному изложению



Рис. 17. Использование полиэтиленового мешка в качестве камеры при анализе модельных воздушных смесей с применением индикаторной трубки

<sup>30</sup> Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

химического метода получения вещества-загрязнителя и усилению контроля за соблюдением правил техники безопасности.

Занятия по данной теме целесообразно начать с изложения (повторения) материала об основных химических загрязнителях атмосферы, их свойствах и источниках, обратив внимание учащихся на масштабы их поступления в атмосферу и степень опасности. Далее, выбрав один или несколько компонентов (желательно, чтобы выбранные компоненты содержались в промышленных или транспортных выбросах в районе расположения образовательного учреждения, проживания или отдыха учащихся), необходимо подробно изложить способы их приготовления и факторы опасности эксперимента. Затем можно перейти непосредственно к приготовлению учебных модельных смесей, предварительно проверив готовность камеры, индикаторных трубок, насоса-проботборника, а также знания учащихся по правилам техники безопасности. Внимание школьников следует обратить на отсутствие цвета у приготовленных смесей (даже сильно загрязнённый воздух может быть бесцветен). Во время эксперимента не следует допускать утечки смеси из камеры, а после его окончания надо проветрить камеру чистым воздухом. Наиболее показательным является эксперимент по анализу углекислого газа с помощью индикаторной трубки: он позволяет провести серию измерений содержания этого газа в воздухе парка, классного помещения при проведении занятий, в выдыхаемом воздухе, в выхлопных газах и т. д.

В практических работах рекомендуется предусмотреть приготовление учебных модельных смесей химических загрязнений не только воздуха, но и воды и почвы по методикам, описанным в руководстве по лаборатории «Пчёлка-У»<sup>31</sup>.

При изучении воды и почвы проводится моделирование загрязнений кислотными и щелочными продуктами, нитратами, а также соединениями, содержащими активный хлор, хром (VI), железо общее.

---

<sup>31</sup> Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» ...

## Приложение 1

**Среднесуточные предельно допустимые концентрации  
некоторых взвешенных веществ (пылей), мг/м<sup>3</sup>**

<b>Пыль, не идентифицированная по составу</b>	
Взвешенные вещество	0,15
<b>Неорганические вещества</b>	
Пыль фосфоцементная	0,5
Хлорид натрия	0,15
Сажа	0,05
Цемент	0,02
Угольная зола ТЭС (щелочная, мелкодисперсная)	0,02
Свинец и его соединения	0,0003
<b>Органические вещества и препараты бытовой химии</b>	
Текстолит	0,04
Бытовое средство «Пемолюкс»	0,02
Синтетические моющие средства типа «Кристалл» (по алкилсульфонату натрия)	0,01
<b>Биогенные вещества</b>	
Хлопок	0,05
Углеродные волокнистые материалы на основе гидратцеллюлозы	0,05
Пыль меховая (пух, шерсть)	0,03
Комбикорм	0,01
Белок пыли витаминно-белкового концентрата	0,05
Хитин	0,0005
Сушёный панцирь креветки	0,0001

Приложение 2

Основные свойства приоритетных загрязнителей воздушной среды

В таблице использованы следующие сокращения и термины:

внп — воздух населённых пунктов; врз — воздух рабочей зоны;

ОБУВ — ориентировочный безопасный уровень воздействия;

кумулятивный эффект — накопление в организме токсичных веществ либо продуктов их превращений, вследствие чего происходит усиление токсического действия.

Наименование компонента-загрязнителя	Основные физико-химические свойства	Основные источники поступления в атмосферу	ПДК внп среднесут., мг/м <sup>3</sup>	ПДК внп максимально-разовое, мг/м <sup>3</sup>	ПДК врз, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Аммиак	Бесцветный газ с резким характерным запахом	Выбросы животноводческих комплексов и холодильных комбинатов (установок)	0,04	0,2	20	4
Озон	Бесцветный газ с резким характерным запахом	Фотохимический оксидант; образуется в атмосфере в результате фотохимических реакций под воздействием солнечной радиации, в промышленности — в процессе сварки	0,03	0,16	1,10	1
Оксид азота II (монооксид азота)	Бесцветный газ со слабым запахом; в атмосфере быстро превращается в диоксид азота	То же	0,06	0,4	5	3
Оксид азота IV (диоксид азота)	Желтовато-бурый газ с характерным запахом; раздражает дыхательные пути	Выхлопные газы автотранспорта, продукты сгорания топлива, мусора и т. п.	0,04	0,085	2	2

Продолжение таблицы

Наименование компонента-загрязнителя	Основные физико-химические свойства	Основные источники поступления в атмосферу	ПДК ввп среднесут., мг/м <sup>3</sup>	ПДК ввп максимальное, мг/м <sup>3</sup>	ПДК врз, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Оксид углерода II	Бесцветный ядовитый газ без запаха; обладает кумулятивным эффектом. Время существования в атмосфере — 2–4 месяца	Выхлопные газы тепловых двигателей (продукты неполного сгорания топлива), выбросы промышленных предприятий	3,0	5,0	20	4
Оксид углерода IV (углекислый газ, диоксид углерода)	Бесцветный газ без запаха, продукт жизнедеятельности организмов, природных и антропогенных процессов	Дыхание животных и растений, сгорание органического вещества и мусора, выбросы предприятий энергетического комплекса	0,03–0,04% (атм. норма)	—	10 000 (5%) ОБУВ	—
Оксид серы (диоксид серы, сернистый газ)	Негорючий бесцветный газ с резким характерным запахом; раздражает дыхательные пути	Сгорание ископаемого топлива (угля), производство резиновых изделий, выбросы промышленных предприятий	0,05	0,5	10	3
Ртуть металлическая	Бесцветные пары без запаха, значительно тяжелее воздуха; токсикант кумулятивного действия	Сжигание ископаемого топлива, аварии с проливом металлической ртути, выбросы заводов по производству хлора и щелочи	0,0003	—	0,01	1

Наименование компонента-загрязнителя	Основные физико-химические свойства	Основные источники поступления в атмосферу	ПДК ввп среднесут., мг/м <sup>3</sup>	ПДК ввп максимально-разовое, мг/м <sup>3</sup>	ПДК врз, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Сероводород	Бесцветный ядовитый газ с запахом тухлых яиц	Выбросы месторождений нефти и газа, некоторых химических предприятий	—	0,008	10	2
Углеводороды нефти (нефтепродукты)	Бесцветные пары со слабым запахом	Выхлопные газы тепловых двигателей (продукты неполного сгорания), аварийные ситуации (проливы топлива)	25 (пентан)	100 (пентан)	300	4
Фтороводород	Бесцветный газ с резким запахом, сильный раздражитель дыхательных путей	Выбросы предприятий по производству фосфорита, апатита, а также алюминиевых и криолитовых заводов	0,005	0,02	0,5	2
Хлор	Жёлто-зеленоватый газ с резким раздражающим запахом, сильный окислитель	Разливы транспортируемого сжиженного хлора, выбросы промышленных предприятий	0,03	0,1	1,0	2
Сероводород	Бесцветный ядовитый газ с запахом тухлых яиц	Выбросы месторождений нефти и газа, некоторых химических предприятий	—	0,008	10	2

Приложение 3

Основные характеристики наиболее распространённых приборов дозиметрического и радиационного контроля

Приборы	Характеристики
Индикатор радиоактивности РАДЕКС РД1706	Измерение амбиентного эквивалента дозы $\gamma$ -излучения, полученной населением, заражённости объектов источниками $\beta$ -частиц. Диапазон показаний мощности амбиентного эквивалента дозы — от 0,05 до 9,99 мкЗв/ч; диапазон измерения мощности экспозиционной дозы — от 5 до 999 мкР/ч; диапазон энергий регистрируемого излучения — от 0,1 до 1,25 МэВ. Время измерения — 40 с. Измерение сопровождается звуковым сигналом и отражается на дисплее. Изделие применяется для оценки уровня радиации на местности, в помещениях и для оценки радиоактивного загрязнения материалов и продуктов
Комбинированный прибор РКСБ-104	Диапазон измерений: <ul style="list-style-type: none"> <li>• мощность дозы <math>\gamma</math>-излучения — от 0,01 до 99,99 мЗв/ч;</li> <li>• плотность потока <math>\beta</math>-излучений с поверхности (стронций-90) — от 0,1 до 99,99 ед/с <math>\times</math> см<sup>2</sup>;</li> <li>• удельная активность <math>\beta</math>-частиц (цезий-137) — <math>2 \times 10^3 - 2 \times 10^6</math> Бк/кг.</li> </ul> Погрешность измерений не более 25–60%
Дозиметр-радиометр ДРГБ-01 ЭКО-1	Измерение мощности эквивалентной дозы $\gamma$ -излучения, плотности потока $\beta$ -частиц и удельной активности радионуклидов в продуктах питания, веществах и материалах. По результатам измерения эквивалентной (экспозиционной) дозы фотонного излучения диапазоны измерений — от 0,15 до 5,0 и от 5 до 40 мкЗв/ч. Погрешность 15%. По результатам измерения удельной активности в пробах почвы, воды, продуктах питания диапазоны измерений — от 4 до 100 кБк/кг, погрешность 35%; от 0,5 до 4 кБк/кг, погрешность 60%. По результатам измерения потока $\beta$ -частиц диапазон измерений — от 0,2 до 100 частиц/с $\times$ см <sup>2</sup> , погрешность 20%
Дозиметр «Белла»	Диапазон измерений мощности дозы $\gamma$ -излучения — от 0,2 до 99,99 мЗв/ч. Погрешность измерений не более 30%
Дозиметр-радиометр бытовой АНРИ-01-02 «Сосна»	Диапазон измерений: <ul style="list-style-type: none"> <li>• мощность дозы <math>\gamma</math>-излучения — от 0,01 до 9,999 мЗв/ч;</li> <li>• плотность потока <math>\beta</math>-излучений с поверхности — от 10 до 5000 частиц/мин <math>\times</math> см<sup>2</sup>;</li> <li>• диапазон оценки объёмной активности растворов (по цезию-137) — <math>5 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-6}</math> <math>\beta</math>-частиц, <math>2 \times 10^3 - 2 \times 10^6</math> Ки/л.</li> </ul> Погрешность измерений не более 45%

Приборы	Характеристики
Дозиметр ДБГ-06Т	Измерение мощности экспозиционной дозы $\gamma$ -излучения; первичный дозиметрический контроль; дозиметрический контроль строительных площадок, зданий, сооружений; оценка опасности для человека источников ионизирующего излучения и радиоактивных веществ. Блок детектирования — газоразрядные счётчики. Диапазон энергий $\gamma$ -излучения — от 0,05 до 3,0 МэВ. Режимы работы — «Поиск», «Измерение». Диапазон мощности экспозиционной дозы (время измерения) в режиме «Поиск» — от 0,1 до 100 000 мР/ч (2,5 с); в режиме «Измерение» — от 0,1 до 10 000 мР/ч (25 с). Диапазон рабочих температур — от $-10^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ . Тип индикатора — ЖКИ. Питание — 9 Вольт
Дозиметр ДРГ-01Т1	Вид блока детектирования — газоразрядные счётчики. Диапазон энергий $\gamma$ -излучения — от 0,05 до 3,0 МэВ. Режимы работы — «Поиск», «Измерение». Диапазон мощности экспозиционной дозы в режиме «Поиск» — от 0,1 до 100 мР/ч; в режиме «Измерение» — от 0,01 до 10 мР/ч. Диапазон рабочих температур — от $-10^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ . Тип индикатора — ЖКИ. Питание — 9 В
Радиометр-дозиметр ИРД-02Б1	Измерение мощности дозы фотонного излучения, плотности потока $\beta$ -частиц и индикация плотности потока $\alpha$ -частиц. Используется для поиска радиоактивных источников, для оценки радиозоологической обстановки и содержания радионуклидов в различных материалах, предметах, пробах почвы, воды, в продуктах. Погрешность 50%

## Приложение 4

**Оснащение кабинета ОБЖ<sup>32</sup>****Комплекты дополнительных средств оснащения к УМК ФРХО****Комплект средств индивидуальной защиты  
от факторов радиационной и химической опасности КДС-1  
(№ заказа 8.015.1)**

Комплект предназначен для проведения ознакомительных и практических занятий по формированию у обучающихся умений и навыков использования/применения средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания (противогазами, респираторами) и средствами защиты кожи (ОЗК) в ходе занятий по курсам РБЖ и «Основы безопасности и защиты Родины».

1. Общевоинской защитный комплект (ОЗК) для защиты от радиоактивной пыли, химического и бактериологического воздействия на человека (1 шт.).
2. Противогаз взрослый, фильтрующе-поглощающий ГП-7БТ (3 шт.).
3. Респиратор Алина 200АВК для защиты органов дыхания от различных видов пыли (3 шт.).

**Комплект приборов для контроля безопасности окружающей среды КДС-2  
(№ заказ 8.015.2)**

Комплект предназначен для ознакомительных и практических занятий по формированию у обучающихся умений и навыков работы с простейшими портативными приборами радиационного и химического контроля, а также с прибором для ориентирования на местности.

1. Дозиметр СОЭКС Квантум для формирования знаний, умений и навыков работы с приборами радиационной разведки и дозиметрического контроля. Позволяет провести первичную оценку радиационной ситуации на местности.
2. Газоанализатор кислорода и токсичных газов с цифровой индексацией показателей — ОКА-92Т-О<sub>2</sub>-CL2-NH<sub>3</sub>(переносной, с выносными датчиками). Позволяет сформировать знания, умения и навыки в области периодического контроля дефицита или избытка содержания кислорода (О<sub>2</sub>) в воздухе рабочей зоны, а также контроля опасной загазованности дозврывоопасных концентраций горючих газов (С<sub>6</sub>Н<sub>14</sub>) и контроля токсичных (ядовитых) газов (СО, NO<sub>2</sub>) в воздухе рабочей зоны производственных и иных помещений.
3. Измеритель электропроводности, кислотности и температуры Milwaukee MW803 мультимонитор PH/EC/TDS/°C-метр для одновременного измерения кислотности, электрической проводимости, общей минерализации, солености и температуры воды.
4. Компас-азимут D = 45мм для обучения и наработки навыков обучающимися в определении сторон света и ориентирования на местности.

<sup>32</sup> Материал приведён с учётом Приказа Министерства просвещения Российской Федерации от 06.09.2022 г. № 804 и других документов (в части оснащения кабинета ОБЖ).

**Состав средств обучения для кабинета основ безопасности жизнедеятельности<sup>33</sup>**

<b>Специализированная мебель и системы хранения</b>	
Основное оборудование	
2.23.1	Сейф оружейный
2.23.2	Система хранения тренажеров
Технические средства	
Дополнительное вариативное оборудование	
2.23.3	Планшетный компьютер (лицензионное программное обеспечение, образовательный контент, система защиты от вредоносной информации)
2.23.4	Персональный компьютер (лицензионное программное обеспечение, образовательный контент, система защиты от вредоносной информации)
<b>Демонстрационное оборудование и приборы</b>	
Основное оборудование	
2.23.5	Цифровая лаборатория по основам безопасности жизнедеятельности
2.23.6	Мини-экспресс-лаборатория радиационно-химической разведки (ФРХО — см. примечание)
2.23.7	Дозиметр
2.23.8	Газоанализатор кислорода и токсичных газов с цифровой индикацией показателей
2.23.9	Защитный костюм
2.23.10	Измеритель электропроводности, pH и температуры
2.23.11	Компас-азимут
2.23.12	Противогаз взрослый, фильтрующе-поглощающий
2.23.13	Макет гранаты Ф-1
2.23.14	Макет гранаты РГД-5
2.23.15	Респиратор
<b>Образовательный модуль по освоению безопасности дорожного движения</b>	
Дополнительное вариативное оборудование	
2.23.16	Интерактивный тренажер двухколесного транспортного средства
2.23.17	Аппаратно-программный обучающий комплекс по правилам дорожного движения
2.23.18	Электрифицированная модель транспортного и пешеходного светофоров с «Виртуальным учителем»
2.23.19	Мультимедийная программа для обучения и подготовки водителей транспортных средств

<sup>33</sup> Приводится по Перечню Приказа Министерства просвещения РФ № 804 (подраздел 23).

Окончание таблицы

<b>Лабораторно-технологическое оборудование для оказания первой помощи</b>	
Основное оборудование	
2.23.20	Дыхательная трубка (воздуховод)
2.23.21	Гипотермический пакет
2.23.22	Индивидуальный перевязочный пакет
2.23.23	Индивидуальный противохимический пакет ИПП-11
2.23.24	Бинт марлевый медицинский нестерильный
2.23.25	Вата медицинская компрессная
2.23.26	Косынка медицинская (перевязочная)
2.23.27	Повязка (салфетка) медицинская большая стерильная
2.23.28	Повязка (салфетка) медицинская малая стерильная
2.23.29	Булавка безопасная
2.23.30	Жгут кровоостанавливающий эластичный
2.23.31	Комплект шин складных средний
2.23.32	Шина проволочная (лестничная) для ног
2.23.33	Шина проволочная (лестничная) для рук
2.23.34	Носилки санитарные
2.23.35	Лямка медицинская носилочная
2.23.36	Пипетка
2.23.37	Термометр электронный для измерения температуры тела
<b>Модели (объёмные и плоские), натуральные объекты</b>	
Основное оборудование	
2.23.38	Комплект массо-габаритных моделей оружия
2.23.39	Магазин к автомату Калашникова с учебными патронами
2.23.40	Стрелковый тренажер
2.23.41	Макет простейшего укрытия в разрезе
2.23.42	Тренажер для оказания первой медицинской помощи на месте происшествия
2.23.43	Имитаторы ранений и поражений для тренажера-манекена
2.23.44	Тренажер для освоения навыков сердечно-легочной реанимации взрослого и ребенка
<b>Примечание.</b> Учебно-методический комплект ФРХО является модернизированным аналогом мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и поставляется специально для оснащения кабинетов ОБЖ с отражением вопросов радиационно-химической разведки (см. п. 2.4.6 настоящего практикума).	

**Информационно-методические видеоматериалы  
к учебно-методическому комплексу  
«Факторы радиационной и химической опасности»**

Предлагаем вашему вниманию видеоматериалы, иллюстрирующие примеры выполнения практикума по оценке факторов радиационной и химической опасности в условиях учебного процесса.

Название видеоролика	YouTube	RUTUBE	VK
Практико-ориентированный экологический подход к преподаванию школьного курса ОБЖ			
Урок «Факторы радиационной и химической опасности и их влияние на организм человека»			
Индикаторные трубки, насос НП-3М, тест-системы. Условия и правила работы			
Индикаторные трубки. Обзор. Лабораторное оборудование ГК «Крисмас»			
Тест-система «Аммиак». Обзор. Лабораторное оборудование ГК «Крисмас»			

Познакомиться с остальными видеоматериалами вы можете на наших интернет-ресурсах:

YouTube	RUTUBE	VK
		

Для нахождения интересующих вас видеоматериалов необходимо ввести их полное название на вышеуказанных ресурсах или в поисковых системах (Яндекс, Гугл и т. п.).

**В полном (не сокращённом) варианте данное издание руководства доступно:**

- 1) в составе сопроводительной документации к поставляемой продукции "Учебно-методический комплект «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО) (Мини-экспресс-лаборатория радиационно-химической разведки)";
- 2) при заказе документации через интернет-магазин на сайте <https://shop.christmas-plus.ru/>
- 3) в размещённой библиотеке изданий ЗАО "Крисмас+" на сайте <https://elibrary.ru/>.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Аварийно химически опасное вещество (АХОВ)** — опасное химическое вещество, используемое в промышленности и в сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти загрязнение окружающей среды в концентрациях, поражающих живые организмы.

**Адсорбция** — поглощение газов, паров или жидкостей поверхностным слоем твёрдого тела (жидкости).

**Безопасность** — состояние защищённости личности, общества, государства и среды жизнедеятельности от внутренних и внешних угроз или опасностей.

**Дезактивация** — удаление радиоактивных загрязнений с техники, вооружения, зданий, почвы, одежды, продовольствия, из воды и других заражённых объектов.

**Дозиметр** — прибор, предназначенный для измерения дозы или мощности дозы ионизирующего излучения.

**Загрязнение радиоактивное** — присутствие радиоактивных веществ техногенного происхождения на поверхности или внутри материала (человека), в воздухе или в другой среде, которое может привести к облучению дозой свыше 10 мкЗв/год.

**Излучение ионизирующее** — излучение, взаимодействие которого с веществом приводит к образованию ионов разных знаков.

**Класс опасности** — обобщённая по нескольким показателям характеристика химического загрязнителя-токсиканта: по его опасности при воздействии на организм человека, исходя из величины ПДК врз, токсикологическим характеристикам, характеру токсического воздействия (ГОСТ 12.1.007-76).

**Контроль дозиметрический** — комплекс организационных и технических мероприятий по определению доз облучения людей с целью количественной оценки эффекта воздействия на них ионизирующих излучений.

**Контроль радиометрический** — комплекс организационных и технических мероприятий по определению интенсивности ионизирующего излучения радиоактивных веществ, содержащихся в окружающей среде, или степени радиоактивного загрязнения людей, техники, сельскохозяйственных животных и растений, а также элементов окружающей природной среды.

**Окружающая среда** — совокупность биотической, абиотической и социальной сред, оказывающих совместное влияние на людей и их хозяйство, являющихся объектом техногенной нагрузки.

- Опасное химическое вещество** — химическое вещество, прямое или опосредованное воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания или гибель.
- Предельно допустимые дозы радиации (ПДД)** — значения энергии, которые могут быть поглощены организмом человека (или различными органами) без вреда при разовом или длительном облучении.
- Предельно допустимая концентрация (ПДК)** — предельное максимально допустимое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии в определённый промежуток времени не оказывает влияния на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.
- ПДК воздуха рабочей зоны** — концентрация вещества-загрязнителя, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.
- ПДК среднесменная** — средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха при суммарном времени не менее 75% продолжительности рабочей смены, или концентрация, средневзвешенная во времени длительности всей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания.
- Рабочая зона** — пространство до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.
- Радиометр** — прибор, предназначенный для измерения активности нуклида или плотности потока частиц.
- Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы** — нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности.
- Селективность (избирательность) метода анализа** — способность метода корректно определять целевой компонент газовой смеси в присутствии других компонентов.
- Сорбция** — поглощение твёрдым телом или жидкостью какого-либо вещества из окружающей среды. Основные разновидности сорбции — адсорбция, абсорбция, хемосорбция.
- Средство измерения** — техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

**Статистика** — отрасль знаний, в которой излагаются общие вопросы сбора, измерения и анализа массовых количественных данных.

**Тест-комплект** — портативный комплект для выполнения количественного или полуколичественного химического экспресс-анализа воды, почвенной вытяжки, воздуха на содержание одного вещества (группы однородных веществ) в полевых, лабораторных или производственных условиях.

**Тест-система** — наиболее простое средство сигнального или полуколичественного химического анализа, представляющее собой товарную форму продукции с комплексом потребительских свойств, сочетающих в себе максимальные экспрессность анализа, простоту применения, наглядность результата, доходчивость и лаконичность инструкции.

**Техногенный радиоактивный фон** — естественный фон излучения, изменённый в результате деятельности людей.

**Техногенная сфера (техносфера)** — приповерхностная часть природной среды в виде ассоциаций горных пород, почв, рельефа, подземных и поверхностных вод, газов, биоты, находящиеся в зонах сосредоточения техногенных объектов (инженерных, строительных и хозяйственных), состав, структура и свойства которых преобразованы в результате антропогенеза.

**Токсичность** — свойство веществ оказывать неблагоприятное (токсическое) воздействие на организм, имеющее количественные (ПДК, летальная доза и др.) и качественные (симптомы заболевания) характеристики.

**Фактор опасности** (в безопасности жизнедеятельности) — элемент среды обитания, проявляющий вредоносные свойства и враждебные намерения при воздействии на человека.

**Химически опасный объект** — объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на нём или его разрушении может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений в течение определённого времени.

**Цветная шкала (цветной образец)** — вид шкалы измерений колориметрических индикаторных трубок, где содержанию определяемого вещества в газовой смеси ставится в соответствие цветной образец. Концентрацию измеряемого вещества находят путём сравнения изменившейся окраски индикаторного порошка с прилагаемой цветной шкалой (или цветным образцом).

**Экспрессность анализа** — качество метода или средства анализа получать информацию быстро, в течение нескольких (десятков) минут или ещё быстрее.

## ЛИТЕРАТУРА

*Атаманюк, В. Г.* Гражданская оборона : учебник для вузов / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Акимов ; под ред. Д. И. Михайлика. — М. : Высшая школа, 1986. — 207 с.

Безопасность жизнедеятельности : учебник / под ред. Э. А. Арустамова. — М. : Дашков и К°, 2003. — 496 с.

*Белоус, Д. А.* Радиация, биосфера, технология / Д. А. Белоус. — СПб. : ДЕАН, 2004. — 448 с.

*Данченко, С. П.* Основы безопасности жизнедеятельности. Практические работы на уроках и во внеурочной деятельности. 5–11 классы / С. П. Данченко. — Волгоград : Учитель, 2016. — 151 с.

*Другов, Ю. С.* Экспресс-анализ экологических проб : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. Г. Муравьёв, А. А. Родин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 424 с.

Индикаторные трубки и газоопределители / Н. М. Петрова [и др.] ; под ред. А. Г. Муравьёва. — СПб. : Крисмас+, 2005. — 176 с.

Концепция преподавания учебного предмета «Основы безопасности жизнедеятельности» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы. Утверждена Решением Коллегии Минпросвещения России, протокол от 24 декабря 2018 г. № ПК-1вн [Электронный ресурс] // Банк документов Министерства просвещения Российской Федерации. — Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/df9e8baa129e02af6fc774b51703d16a/> (дата обращения: 03.04.2023).

*Крючек, Н. А.* Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях : учебник для населения / Н. А. Крючек, В. Н. Латчук, С. К. Миронов ; под общ. ред. Г. Н. Кириллова. — М. : НЦ ЭНАС, 2003. — 264 с.

*Максимов, М. Т.* Защита от сильнодействующих ядовитых веществ: эскизы декораций / М. Т. Максимов. — М. : Энергоатомиздат, 1993. — 175 с.

*Малахов, Г. Л.* Электромагнитное излучение и ваше здоровье / Г. Л. Малахов. — СПб. : Невский проспект, 2003. — 128 с.

Методы экологических исследований : учебное пособие для вузов / Н. В. Каверина, Т. И. Прожорина, Е. Ю. Иванова [и др.]. — Воронеж : Научная книга, 2019. — 355 с.

Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-Р» : руководство по применению / под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьёва. — 5-е изд., доп. — СПб. : Крисмас+, 2019. — 88 с.

*Муравьёв, А. Г.* Оценка экологического состояния почвы : практическое руководство / А. Г. Муравьёв, Б. Б. Каррыев, А. Р. Ляндзберг ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьёва. — 6-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Крисмас+, 2022. — 208 с.

*Муравьёв, А. Г.* Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса : учеб.-метод. пособие / А. Г. Муравьёв. — 2-е изд. — СПб. : Крисмас+, 2000. — 128 с.

*Муравьёв, А. Г.* Экологический практикум : учеб. пособие с комплектом карт-инструкций / А. Г. Муравьёв, Н. А. Пугал, В. Н. Лаврова ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьёва. — 7-е изд. — СПб. : Крисмас+, 2020. — 176 с.

*Назарова, Т. С.* Карты-инструкции для практических занятий по химии. 8–11 классы / Т. С. Назарова, В. Н. Лаврова. — М. : ВЛАДОС, 2000. — 96 с.

*Орликова, Е. К.* Контрольные измерительные материалы. Воздушная среда: показатели экологического состояния и инструментальные методы их оценки : учебно-методическое пособие / Е. К. Орликова — СПб. : «Крисмас+», 2018. — 28 с. — («Окружающая среда: показатели экологического состояния и инструментальные методы их оценки»).

*Орликова, Е. К.* Контрольные измерительные материалы. Основы безопасности жизнедеятельности: факторы радиационной и химической опасности и инструментальные методы их оценки : учебно-методическое пособие / Е. К. Орликова — СПб. : «Крисмас+», 2018. — 28 с. — («Окружающая среда: показатели экологического состояния и инструментальные методы их оценки»).

Основы безопасности жизнедеятельности. Методы и средства оценки факторов радиационной и химической опасности. 8–11 класс : метод. пособие / А. Г. Муравьёв, А. Н. Перевозчиков, С. П. Данченко [и др.] ; под ред. А. Г. Муравьёва. — М. : Дрофа, 2007. — 140 с.

Практикум по оценке качества и безопасности пищевых продуктов : методическое пособие для учителя / А. Г. Муравьёв, Е. Н. Филимонова, И. А. Филаткина, Е. К. Орликова ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьёва. — СПб. : Крисмас+, 2020. — 208 с.

Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 06.09.2022 г. № 804 «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания, соответствующих современным условиям обучения, необходимых при оснащении общеобразовательных организаций в целях реализации мероприятий государственной программы Российской Федерации «Развитие образования».

Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / А. Г. Муравьёв [и др.] ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьёва. — 5-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Крисмас+, 2021. 264 с.

Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях / А. Г. Муравьёв, В. В. Данилова, Б. В. Смоленев, С. А. Панфилова [и др.] ; под ред. А. Г. Муравьёва. — 7-е изд., доп. — СПб. : Крисмас+, 2019. — 160 с.

Руководство по санитарно-пищевому анализу с применением тестовых средств / сост.: А. Г. Муравьёв [и др.] ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьёва. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Крисмас+, 2016. — 143 с.

*Русак, О. П.* Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / О. П. Русак, К. Р. Малаян, И.Г. Занько ; под ред. О. П. Русака. — СПб. : Лань, 2000. — 672 с.

Современные педагогические технологии основной школы в условиях ФГОС / О. Б. Даутова, Е. В. Иваньшина, О. А. Ивашедкина [и др.]. — СПб. : КАРО, 2014. — 176 с.

Тема 15. Введение в квантовую физику. § 15-ж. Закон радиоактивного распада [Электронный ресурс] // Физика.ру. — Режим доступа: <https://fizika.ru/kniga/index.php?mode=paragraf&theme=15&id=15070> (дата обращения: 03.04.2023).

Федеральная рабочая программа основного общего образования. Основы безопасности жизнедеятельности (для 8–9 классов образовательных организаций) [Электронный ресурс] // Институт стратегии развития образования. — Режим доступа: [https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/31\\_frp\\_obzh\\_8-9-klassy.pdf](https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/31_frp_obzh_8-9-klassy.pdf) (дата обращения: 03.04.2023).

*Худолей, В. В.* Экологически опасные факторы / В. В. Худолей, И. В. Мизгирев. — СПб. : Банк «Петровский», 1996. — 186 с.

## СРЕДСТВА ОСНАЩЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Соответствуют ФГОС нового поколения, способствуют профориентации и подготовке к сдаче ОГЭ и ЕГЭ



*Учебно-методический комплект для класса ОБЖ «Факторы радиационной и химической опасности» (УМК ФРХО)*



*Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У» (5 модификаций)*



*Класс-комплект для лабораторных работ «Экология, химия, биология» (ЭХБ)*



*Набор оборудования для химико-экологических опытов «Начальная школа»*



*Комплект-практикум экологический (КПЭ)*



*Санитарно-пищевая мини-экспресс-лаборатория учебная СПЭЛ-У*



*Многофункциональная лаборатория «Я-эколог»*



*Комплект контрольного оборудования «Безопасность жизнедеятельности и экология» (БЖЭ) (4 модификации)*

### Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+»

191180 Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, 102  
191119 Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, 6  
Тел./факс: (812) 575-50-81, 575-55-43, 575-54-07, 575-88-14  
8 (800) 302-92-25 – звонок по России бесплатный  
Факс: (812) 325-34-79  
E-mail: [info@christmas-plus.ru](mailto:info@christmas-plus.ru)  
Сайты: [shop.christmas-plus.ru](http://shop.christmas-plus.ru), [christmas-plus.ru](http://christmas-plus.ru), [крисмас.пф](http://крисмас.пф)

Офис продаж в Москве:  
127247 Москва,  
Дмитровское шоссе, д. 96, корп. 2  
Тел.: (917) 579-66-02  
E-mail: [n-chernyh@christmas-plus.ru](mailto:n-chernyh@christmas-plus.ru)  
Сайт: [ecologlab.ru](http://ecologlab.ru)

**Крисмас®**

<https://u-center.info>



Санкт-Петербург, ул. К. Заслонова, д. 6  
тел.: 8 (800) 302-92-25 (бесплатно по РФ)  
e-mail: metodist@christmas-plus.ru



На базе центра проводится обучение и стажировка специалистов приемам и методам работы с производимыми и поставляемыми ЗАО «Крисмас+» учебно-методическими комплектами, портативными полевыми лабораториями, мини-экспресс-лабораториями, тест-комплектами, индикаторными трубками, тест-системами, лабораторным оборудованием и приборами, а также различными средствами химического и физического контроля.

Аудиторию учебного центра составляют учителя школ и педагоги дополнительного образования, руководители различных образовательных учреждений, специалисты различных отраслей промышленности.

Занятия проводятся в режимах онлайн и оффлайн. Специалисты учебного центра знакомят слушателей с производимым и поставляемым оборудованием, а также проводят мастер-классы, тематические вебинары, методические курсы, конкурсы и др.



*Учебное издание*

**Данченко** Сергей Петрович, **Муравьёв** Александр Григорьевич

ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.  
ПРАКТИКУМ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ И ОЦЕНКЕ  
ФАКТОРОВ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Методическое пособие

3-е издание

Редактор, корректор *Я. А. Шаповалова*  
Оформление и компьютерная вёрстка *Ю. Н. Дрюков*  
Техническое обеспечение *А. К. Корнеев*

Подписано в печать 02.10.2023. Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 8,5.

Тираж 500 экз.

Заказ

ЗАО «Крисмас+». 191180, Санкт-Петербург, набережная реки Фонтанки,  
д. 102.

# СРЕДСТВА ОСНАЩЕНИЯ ПРАКТИКУМА ПО ОБНАРУЖЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ РАДИАЦИОННОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Комплект средств индивидуальной защиты от воздействия факторов радиационной и химической опасности



Учебно-методический комплект

## «Факторы радиационной и химической опасности»

(мини-экспресс-лаборатория радиационно-химической разведки)



## Мини-экспресс-лаборатория «Пчёлка-У» с дозиметром РАДЕКС РД1706



### Крисмас®

christmas-plus.ru  
крисмас.рф  
shop.christmas-plus.ru

Отдел продаж ГК «Крисмас»

191119, г. Санкт-Петербург,  
ул. Константина Заслонова, д. 6

Тел.: +7 (812) 575-50-81, 575-55-43,  
575-57-91, 575-54-07

Тел.: +7 (800) 302-92-25, бесплатный звонок по России  
E-mail: info@christmas-plus.ru

Производственно-лабораторный  
комплекс ГК «Крисмас»

191180, г. Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, д. 102

Тел.: +7 (812) 575-88-14 (дирекция)  
E-mail: f102@christmas-plus.ru

Учебный центр КРИСМАС

191119, г. Санкт-Петербург, ул. К. Заслонова, д. 6

Тел.: +7 (800) 302-92-25, бесплатный звонок по России  
E-mail: metodist@christmas-plus.ru,  
info@christmas-plus.ru

christmas-plus.ru  
крисмас.рф  
shop.christmas-plus.ru  
u-center.info

Отдел продаж в Москве

127247, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 96, корп. 2

Тел.: +7 (917) 579-66-02  
E-mail: n-chernyh@christmas-plus.ru,  
info@ecologlab.ru  
ecologlab.ru

ISBN 978-5-89495-290-1



9 785894 952901 >



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