

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 поселиться 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

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

---

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 **биопаатогенными**, а соответствующие зоны конкретной территории — **геопаатогенными зонами**. Проведённые в Москве, Санкт-Петербурге и других городах медико-биологические исследования показывают, что данные об отрицательном воздействии на организм человека биопаатогенных факторов — реальность, с которой необходимо считаться. Специалистами выявлена связь биопаатогенных 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 геопаатогенных зон на организм человека по своим отрицательным последствиям превосходит влияние антропогенных факторов. Специалисты считают, что геопаатогенные 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 геопаатогенных 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 геопаатогенных 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 неистекшим сроком годности, хотя и пригодными для модельных демонстрационных и ученических экспериментов. Работоспособность средств индикации с истекшим сроком годности требуется подтвердить в эксперименте. Восполнение средств израсходованных, а также имеющих истекший 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», «рН-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 «рН-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 «рН-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/>.