

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

серия основана в 1996 г.



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Под редакцией В.Н. Бортновского

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего
образования по специальностям «Лечебное дело»,
«Педиатрия», «Медико-диагностическое дело»*

Минск
«Новое знание»

Москва
«ИНФРА-М»

2014

УДК 61:[574.2+502/504](075.8)

ББК 5я73

Э40

А в т о р ы :

В.Н. Бортновский, Н.В. Карташева, Л.П. Мамчиц, С.В. Климович

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра радиационной медицины и экологии Белорусского государственного медицинского университета (зав. кафедрой — д-р мед. наук, профессор *А.Н. Стожаров*);

зав. кафедрой общей гигиены и экологии Гродненского государственного медицинского университета, д-р мед. наук, доцент *И.А. Наумов*

Экологическая медицина : учеб. пособие / В.Н. Бортновский
Э40 [и др.]. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2014. — 184 с. —
(Высшее образование).

ISBN 978-985-475-654-7.

В учебном пособии представлен основной программный материал по экологической медицине. Впервые приведены практические задачи и тестовое задание для студентов по изучаемой дисциплине.

Написано в соответствии с типовой учебной программой для студентов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия», «Медико-диагностическое дело».

Предназначено для проведения практических занятий по разделу «Экологическая медицина» учебной дисциплины «Радиационная и экологическая медицина» в учреждениях высшего образования Республики Беларусь.

УДК 61:[574.2+502/504](075.8)

ББК 5я73

Учебное издание

Высшее образование

Бортновский Владимир Николаевич

Карташева Нина Васильевна

Мамчиц Людмила Павловна

Климович Сергей Викторович

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Учебное пособие

Подписано в печать 19.05.2014. Формат 60×90 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Петербург.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,5. Уч.-изд. л. 8,8. Тираж 700 экз. Заказ №

Общество с ограниченной ответственностью «Новое знание». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/276 от 04.04.2014. Пр. Пушкина, д. 15, ком. 16, Минск, Республика Беларусь.

Почтовый адрес: а/я 79, 220050, Минск, Республика Беларусь.

Телефон/факс: (10-375-17) 211-50-38. E-mail: nk@wnk.biz <http://wnk.biz>

Отпечатано в ООО «Бизнесофсет». Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/28 от 12.12.2013.

Пр. Независимости, 95/7-3, 220043, Минск.

Тел./факс: (017) 280-13-80. E-mail: boprint@tut.by

ISBN 978-985-475-654-7

© ООО «Новое знание», 2014

Оглавление

Предисловие	6
Список сокращений	8
Введение	9
Глава 1. Основы экологической медицины	11
1.1. Мотивационная характеристика темы.....	11
1.2. Основные понятия, критерии и принципы функционирования экосистем	13
1.3. Общие закономерности действия экологических факторов	14
1.4. Классификация экологических факторов.....	15
1.5. Виды воздействия экологических факторов на организмы	19
1.6. Медицинская профилактика, ее роль в сохранении здоровья человека в условиях экологодестабилизированной среды.....	25
Практическая работа 1.....	28
Глава 2. Влияние солнечного излучения на организм человека	33
2.1. Мотивационная характеристика темы.....	33
2.2. Основные понятия, особенности и свойства солнечного излучения	35
2.3. Методы измерения и нормирования интенсивности ультрафиолетового излучения.....	39
2.4. Показания и противопоказания к проведению УФ-облучения.....	41
Практическая работа 2.....	49
Лабораторная работа 1	49
Глава 3. Химические и биологические факторы окружающей среды и наследственность	54
3.1. Мотивационная характеристика темы.....	54
3.2. Химические и биологические факторы риска, механизмы их воздействия и способы защиты	55
Практическая работа 3.....	61
Глава 4. Экологические и медицинские последствия загрязнения атмосферы	62
4.1. Мотивационная характеристика темы.....	62
4.2. Структура, состав атмосферы и ее эколого-гигиеническое значение.....	64

4.3. Источники загрязнения атмосферы	65
4.4. Химические превращения веществ в атмосфере	67
4.5. Физические и экологические последствия загрязнения атмосферы	68
4.6. Качество атмосферного воздуха и здоровье населения	70
Практическая работа 4.....	74
Лабораторная работа 2	77

Глава 5. Экологические и медицинские последствия загрязнения

гидросферы.....	81
5.1. Мотивационная характеристика темы.....	81
5.2. Общая характеристика гидроэкосистем, факторы и источники загрязнения.....	83
5.3. Экологическая оценка состояния водных ресурсов в Республике Беларусь.....	86
5.4. Негативные последствия антропогенного вмешательства в процессы водообмена в биосфере.....	89
5.5. Эколого-гигиеническая оценка качества питьевой воды	93
5.6. Способы снижения содержания ксенобиотиков в питьевой воде	94
Практическая работа 5.....	94

Глава 6. Экологические и медицинские последствия загрязнения

литосферы.....	98
6.1. Мотивационная характеристика темы.....	98
6.2. Медико-экологические последствия загрязнения литосферы	101
Практическая работа 6.....	117

Глава 7. Медицинские аспекты влияния внутренней среды

помещений на состояние здоровья населения.....	119
7.1. Мотивационная характеристика темы.....	119
7.2. Химический состав воздуха в помещениях.....	121
7.3. Характеристика факторов воздушной среды закрытых помещений, оказывающих влияние на здоровье людей.....	125
7.4. Эколого-гигиенические основы создания благоприятной жилой среды.....	131
Практическая работа 7.....	138

Глава 8. Мониторинг окружающей среды и состояние здоровья населения.....	141
8.1. Мотивационная характеристика темы.....	141
8.2. Задачи, содержание и характеристики мониторинга.....	143
8.3. Мониторинг загрязнения природной среды в Республике Беларусь.....	146
8.4. Основные принципы организации и ведения социально-гигиенического мониторинга.....	150
Практическая работа 8.....	152
Тестовое задание для самоконтроля знаний студентов	159
Ответы к тестовому заданию	181
Приложение	182
Рекомендуемая литература	184

Предисловие

Преподавание экологической медицины в системе высшего медицинского образования ставит своей целью вооружить будущего врача умением осуществлять индивидуальную и популяционную профилактику экологически обусловленных заболеваний и патологических состояний и проводить гигиеническое обучение и воспитание здоровых и больных людей, проживающих в условиях повышенного экологического риска.

Данная цель достигается за счет формирования у студентов знаний о закономерностях взаимодействия человека и окружающей среды; понимания причинно-следственных связей между качеством среды обитания человека и состоянием его здоровья.

Значительные резервы дальнейшего совершенствования обучения студентов заключаются в улучшении организации, конкретизации содержания и практической направленности индивидуальной работы обучаемых в процессе изучения дисциплины.

Предлагаемое учебное пособие представляет собой первый опыт создания практикума по экологической медицине. Оно не заменяет, а дополняет учебник и является руководством при самостоятельной подготовке к практическим занятиям и во время их проведения. Пособие охватывает все разделы курса, а главы его соответствуют темам учебной программы, разработанной в соответствии с требованиями действующего Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по врачебным специальностям. В нем в лаконичной форме изложены вопросы экологического риска для здоровья человека, связанные с качеством атмосферного воздуха, питьевой воды, химических, физических и биологических факторов, действующих в среде обитания.

Значительное место в пособии отведено ситуационным задачам, алгоритмам самостоятельной работы студентов, контрольным вопросам для проверки усвоения учебного материала и практических рекомендаций по проведению лечебно-профилактических мероприятий.

После прохождения курса «Экологическая медицина» студент должен:

иметь представление:

□ об экологической обстановке в Республике Беларусь в целом и отдельных регионах;

- современных методах оценки качества окружающей среды;
- особенностях поведения ксенобиотиков в различных экосистемах;
- особенностях осуществления мониторинга за объектами окружающей среды;

знать:

- законодательные документы, определяющие задачи, формы и методы работы врача в области экологии;
- концепцию факторов риска как основу современных представлений о профилактике заболеваний;
- аспекты влияния природных и антропогенных факторов окружающей среды на здоровье населения;
- рекомендации по рациональному образу жизни в сложившейся экологической обстановке;

уметь использовать:

- критерии оценки состояния здоровья населения для слежения за его состоянием на индивидуальном, коллективном и популяционном уровнях (социально-гигиенический мониторинг);
- санитарные нормы и правила при проведении обследования объектов;

владеть:

- методами расчета риска для здоровья при действии факторов окружающей среды;
- методами сбора и группировки информации о состоянии окружающей среды, заболеваемости и других показателях, характеризующих здоровье населения на основе действующей системы учета и отдельных выборочных исследований с использованием традиционных методов и с помощью электронно-вычислительной техники.

Авторский коллектив, ограниченный рамками программы и отводимым учебным временем для изучения курса «Экологическая медицина», вполне сознает, что ряд тем практических занятий представлен кратко, и с благодарностью примет все замечания и предложения, направленные на совершенствование учебного пособия.

Освоение студентами указанных знаний и умений позволит сформировать у будущего врача экологическое мышление; расширит представление о причинных факторах болезней средовой природы, окажет помощь при выборе эффективной тактики лечебно-диагностического процесса.

Список сокращений

ВОЗ	— Всемирная организация здравоохранения
ВЧ	— высокая частота
ГХЦТ	— гексахлорциклотексан
ДДТ	— дихлордифенил трихлорэтан
ДУ	— допустимый уровень
ДЦП	— детский церебральный паралич
ИК	— инфракрасный
МЭД	— минимальная эритемная доза
МД	— мощность дозы
ПДК	— предельно допустимая концентрация
ПОЛ	— перекисное окисление липидов
СВЧ	— сверхвысокая частота
СЭД	— спектр эритемного действия
УВЧ	— ультравысокая частота
УФ	— ультрафиолетовый
УФИ	— ультрафиолетовые излучения
ЦМВ	— цитомегаловирус
ЭМИ	— электромагнитное излучение
ЭМП	— электромагнитное поле
ЭФ	— экологический фактор

ВВЕДЕНИЕ

Современные условия развития общества характеризуются активным вмешательством человека в окружающую среду. Появление новых технологий, производств, интенсивное ведение сельского хозяйства — все связано с увеличивающимся использованием химических соединений, физических и абиотических факторов. В настоящее время во внешней среде зарегистрировано 4 млн токсических веществ, и ежегодно их число возрастает на 6000; в организм человека попадает около 100 тыс. ксенобиотиков; каждый четвертый житель Земли страдает аллергией и аутоиммунными заболеваниями; более 80 % болезней обусловлены экологическим напряжением. Самый серьезный результат загрязнения биосферы — генетические последствия. На данный момент известно более 2500 видов нарушений здоровья, локализованных на геномном и хромосомном уровнях. С каждым годом возрастает удельный вес социальной компоненты в комплексной оценке здоровья современного человека. Психофизиологическое напряжение, стрессы расцениваются в качестве ведущих факторов риска, отрицательно воздействующих на здоровье человека и способствующих появлению новых форм экологических болезней. В последние десятилетия были обнаружены различные формы своеобразных неспецифических заболеваний. Некоторые из них проявляются в виде свёрхусталости, или «живой смерти». В научный оборот вводится понятие «экологическая утомляемость».

В современных условиях возрастает значение подготовки врачей к проведению мероприятий по защите и сохранению здоровья населения. Формирование комплексной и гармоничной системы знаний и мышления в данной области является необходимым компонентом для полноценной врачебной деятельности. Это позволит специалисту учитывать влияние факторов окружающей среды и образа жизни на здоровье конкретного человека и адекватно корректировать обследование и лечение пациентов. Знания, полученные при изучении экологической медицины, необходимы для проведения целенаправленных профилактических мероприятий среди критических групп населения. Преподавание экологической медицины позволит сформировать экологически ориентированную направленность мышления и принесет определенные результаты при изучении клинических дисциплин.

С внедрением медико-экологического мониторинга появилась реальная возможность объединить в одно целое результаты многих научных дисциплин, занимающихся экологией и медициной, обосновать общую систему знаний о защите природы и здоровья человека — медицинскую экологию, или экологическую медицину.

В задачу экологической медицины входит выявление закономерностей (тенденций) развития заболеваемости населения в связи с особенностями комплексного воздействия экологических факторов и разработка взвешенных рекомендаций и эффективных эколого-гигиенических мероприятий по защите от неблагоприятных влияний и усилению действия неблагоприятных факторов.

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

1.1. Мотивационная характеристика темы

Экологическая медицина, возникшая на базе общей экологии и гигиены окружающей среды как комплексное направление медицинской науки, акцентирует внимание на взаимодействие и взаимобусловленность факторов (метеоклиматические, геоэкологические, демографические, производственные, бытовые и др.) окружающей среды и здоровья населения. С учетом этого становится понятным и очевидным, что знание о взаимосвязи между антропогенным воздействием на окружающую среду и состоянием здоровья человека очень важно: эти механизмы позволят реализовать комплекс мероприятий по профилактике экологически зависимых и обусловленных заболеваний.

В условиях столь быстрого загрязнения окружающей среды человек, с одной стороны, являясь инициатором происходящих в природе преобразований, с другой — представителем животного мира биосферы, сам подвергается воздействиям вредных факторов и вынужден постоянно мобилизовывать свои компенсаторно-приспособительные механизмы, резервы которых со временем могут истощаться. Врач должен осуществлять индивидуальную и популяционную профилактику экологически зависимых и обусловленных заболеваний, эффективно вести работу по гигиеническому обучению населения, проживающего в условиях повышенного экологического риска. Только в таком случае может сложиться возможность успешного лечения и профилактики пациентов, охраны здоровья человеческой популяции.

Цели занятия: разобрать роль и место экологии в современной системе знаний, ознакомиться с особенностями экологической ситуации в Республике Беларусь; получить представление о закономерностях влияния на состояние здоровья комплекса природных и социально-экологических факторов окружающей среды.

Задачи:

- ❑ овладеть теоретическими основами экологической медицины, ее понятийно-терминологическим языком;
- ❑ рассмотреть основные факторы риска среды обитания человека, их роль в формировании заболеваемости;
- ❑ овладеть навыком поиска взаимосвязей возникновения заболеваний и болезненных состояний с действием тех или иных факторов окружающей среды, распознать их экологическую обусловленность.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для успешного усвоения темы студентам необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- ❑ микробиология, вирусология, иммунология — «Экологические факторы как причина модификаций и мутаций, фактор отбора измененных форм микроорганизмов. Внутривидовые, межвидовые связи»;
- ❑ общая химия — «Распространение химических элементов в природе. Биогенные элементы и их соединения как факторы окружающей среды»;
- ❑ медицинская биология и генетика — «Экология как наука, ее задачи, значение для современной медицины. Генетическая опасность загрязнения окружающей среды. Биологические и социальные аспекты адаптации организма человека к условиям жизни»;
- ❑ медицинская и биологическая физика — «Характеристика физических свойств воздуха»;
- ❑ нормальная физиология человека — «Физиологические механизмы адаптации и их роль в обеспечении жизнедеятельности организма».

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Какое значение имеет экология как наука для современной медицины?
2. Учение В.И. Вернадского о ноогенезе и ноосфере.
3. Общая характеристика химических элементов и их соединений.
4. Общая характеристика физических факторов.

Вопросы по теме занятия

1. Экологическая медицина, ее цель, задачи, предмет изучения, методы исследования.
2. Экологические факторы, классификация.
3. Виды воздействия и закономерности влияния экологических факторов.
4. Медицинская профилактика, ее роль в сохранении здоровья человека в условиях экологодестабилизированной среды.

1.2. Основные понятия, критерии и принципы функционирования экосистем

Объектом изучения экологической медицины является окружающая среда, пространственно-территориальные антропоэкологические системы, а *предметом* — их свойства, проявляющиеся во влиянии на человека, экологические предпосылки здоровья и болезней людей.

Основная задача экологической медицины — профилактика вредных воздействий загрязненной окружающей среды на организм и человеческую популяцию, т.е. создание благоприятных условий для жизни и деятельности человека и общества.

Экологическая медицина изучает:

- ❑ показатели (параметры) различных функций и систем организма как критериев оценки качества окружающей среды;
- ❑ роль и место факторов окружающей среды, ее влияние на здоровье (пестициды, радионуклиды, минеральные удобрения, другие химические вещества, электромагнитные поля и т.д.);
- ❑ экологические аспекты совокупного воздействия на людей негативных и позитивных факторов окружающей среды;
- ❑ оценку медико-экологического риска и медико-экологической емкости ландшафтов;
- ❑ разработку и обоснование медико-экологических нормативов.

Основные критерии и принципы функционирования экосистем согласно учению американского биолога Барри Коммонера сводятся к следующему.

1. Все связано со всем.

Изменения, произведенные в одном компоненте экосистемы, могут привести к неблагоприятным последствиям в функционировании всей экосистемы. Не всегда разумная деятельность человека способна предвидеть последствия своей деятельности.

2. Все должно куда-то деваться.

Бытовые и производственные отходы, попадая в природную среду, не исчезают бесследно. У природы остается все меньше запасов прочности, чтобы справляться с переработкой загрязняющих веществ, и этот факт является основным при разрушении естественных экосистем биосферы, он же негативно сказывается на человеке.

3. Природа знает лучше.

Человеческое общество преобразовывает природу, нарушая ход естественных процессов. Улучшая среду обитания, человек постепенно делает ее все менее благоприятной для жизни всех существ на Земле и самого себя.

4. Ничто не дается даром.

Человек не может бесконечно расходовать природные ресурсы, загрязнять природу. Человечество должно осознавать, что любые его действия оплачены расходом природных ресурсов. Поэтому все виды взаимодействия человека с окружающей средой должны оцениваться с точки зрения сохранения природных экосистем.

В настоящее время одним из наиболее доступных и распространенных направлений изучения различных аспектов воздействия окружающей среды на здоровье населения является факторный подход, т.е. определение факторов риска, непосредственно ведущих к «средовым» заболеваниям.

На основании вышеперечисленных принципов и сформулированы законы общей экологии (см. ниже).

1.3. Общие закономерности действия экологических факторов

1. Закон оптимума (закон толерантности В. Шелфорда): любой экологический фактор имеет пределы положительного влияния на живые организмы. Расстояние между минимальным и максималь-

ным значениями фактора называют *экологической валентностью* или *толерантностью организма*.

2. **Закон экологической индивидуальности видов** был сформулирован в 1924 г. русским ботаником Л.Г. Раменским: экологические спектры разных видов не совпадают, каждый вид специфичен по своим экологическим возможностям.

3. **Закон лимитирующего (ограничивающего) фактора Ю. Либиха:** наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от его оптимального значения.

4. **Закон неоднозначного действия:** действие каждого экологического фактора неоднозначно на разных стадиях развития организма.

5. **Закон прямого и косвенного воздействия факторов на организмы.**

6. **Закон взаимодействия экологических факторов:** оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору могут смещаться в зависимости от того, в сочетании с какими другими факторами осуществляется это воздействие (табл. 1.1, см. с. 16, 17).

Экологический фактор — любой элемент окружающей среды, способный оказывать прямое или косвенное воздействие на живой организм хотя бы на одном из этапов его индивидуального развития, или любое условие среды, на которое организм отвечает приспособительными реакциями.

1.4. Классификация экологических факторов

1. *Абиотические:*

физические:

□ климатометеорологические (температура, движение воздуха, осадки, ливни, ураганы, засухи и т.д.);

□ орографические (разрежение атмосферы, лавины, оползни, сели);

□ геофизические (геомагнитные бури, землетрясения, цунами, гравитационные и тепловые аномалии, электромагнитные поля, шум, вибрация);

Таблица 1.1

Влияние антропогенных факторов на биосферу, здоровье и благосостояние населения (по Ю.А. Израэлю)

Факторы антропогенного воздействия	Влияние на биосферу			Влияние на здоровье и благосостояние населения	
	Изменение свойств основных элементов биосферы	Геофизические и геохимические последствия и эффекты	Экологические и биологические последствия, нарушения экосистем	Влияние на здоровье и благосостояние человека, человеческой популяции	Социальные последствия
Выброс в биосферу химически и физически активных веществ	Изменение состава и свойств атмосферы (загрязнение, электропроводность, радиационные свойства)	Крупномасштабные изменения циркуляции в атмосфере и океане	Изменение земных и водных экосистем, нарушение их устойчивости	Понижение работоспособности, болезни	Изменение производства продуктов питания, недоедание, голод
Выброс в биосферу инертного материала (аэрозольных частиц и т.п.)	Изменение состава и свойств воды, суши (загрязнение, минерализация)	Изменение погоды и климата	Изменение экосистем океана (структурные упрощения и др.)	Эстетический ущерб, ухудшение настроения	Изменение структуры энергопотребления
Прямой нагрев биосферы	Изменение состава и свойств вод Мирового океана (загрязнение и др.)	Перераспределение и изменение возобновимых ресурсов (водных, климатических)	Генетические эффекты, перерождение	Болезни, возникновение стрессового состояния	Изменение экономики

Физическое (механическое) воздействие, ведущее к изменению по верхности суши и растительного покрова (эрозия, вспашка, урбанизация, пожары)	Изменение состояния биоты как биогеофизической среды	Нарушение озонового слоя, ионосферы (изменение прохождения УФ-излучения, радиоволн)	Исчезновение существующих видов, появление новых	Генетические эффекты	Социальные последствия различных масштабов (ущерб благосостоянию, возможность нарушения развития общества)
Биологическое воздействие (развитие агроценозов, интродукция биологических видов и т.д.)	Изменение литосферы (механические нарушения, накопление отходов и др.)	Изменение прозрачности атмосферы, прохождения солнечного излучения	Падение биопродуктивности, уменьшение коэффициента размножения и численности популяций, деградация лесов, опустынивание (биологический аспект)	Изменение продолжительности жизни	—
Изыятие и уничтожение ресурсов (невозобновимых и возобновимых)	Изменение криосферы	Эрозия земной поверхности, изменение альбедо земной поверхности	Деградация почв, опустынивание	Уменьшение темпа роста населения	—
Антропогенные упорядоченные потоки веществ (транспортные)	Изменение свойств поверхности суши и почвы (целостности, кислотности, радиационных характеристик)	Нарушение естественных геохимических циклов, круговорота различных элементов	Изменение способности биосферы к воспроизводству возобновимых и невозобновимых ресурсов	Уменьшение численности населения в различных масштабах	—

□ гидрографические (наводнения, заболачивание, осушение, подтопление, источники водоснабжения, состав поверхностных и подземных вод, способность их к самоочищению и переносу загрязнений);

□ геологические (состав пород, тектонические разломы, радиация, полезные ископаемые);

химические:

□ компоненты воды, воздуха, почвы;

□ кислотность;

□ примеси (хозяйственно-бытовые и промышленные отходы, синтетические материалы);

□ химическое загрязнение растений, животных, продуктов питания и других объектов.

2. Биотические:

□ фауна (ядовитые и опасные животные; животные как резервуары и переносчики возбудителей болезней; животные как пищевые ресурсы);

□ флора (ядовитые и лекарственные растения, растения как пищевые ресурсы, очистители воздуха и биоиндикаторы экологического воздействия);

□ микрофлора (воздуха, воды, почв, животных, растений, продуктов питания, объектов);

□ биологические компоненты (токсины, белки, продукты обмена веществ);

□ биоценозы (природные очаги болезней).

3. Социально-экономические:

□ население (демография, расселение, урбанизация, миграция, половозрастной и профессиональный состав, культура, образ жизни, обычаи, конфессии, материальное благополучие);

□ территориальная организация общества, хозяйственное использование земель;

□ коммунально-бытовые факторы;

□ санитарно-гигиеническое состояние и эпидемический статус;

□ психотравмирующие факторы (стрессоры, экологическая утомляемость);

□ медицинские и ветеринарные службы, инфраструктура.

1.5. Виды воздействия экологических факторов на организмы

1. Раздражители — способствуют появлению приспособительных физиологических и биохимических изменений.

2. Ограничители — изменяют географическое распространение организмов из-за невозможности существования в данных условиях.

3. Модификаторы — вызывают морфологические и анатомические изменения организмов.

4. Сигналы — свидетельствуют об изменении других факторов среды.

Под *экопатологическими состояниями* многие авторы понимают изменения, вызываемые влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды. Они могут быть нерезко выраженными и не иметь отчетливой клинической симптоматики, а могут спровоцировать тяжелые заболевания, причины которых сегодня очевидны (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Экологически обусловленные заболевания

Патология	Этиологические факторы
<i>Эндемичные заболевания</i>	
Эндемический зоб	Недостаток в окружающей среде йода, необходимого для синтеза тиреоидных гормонов
Кариес	Дефицит фтора
Эндемический молибденоз	Избыток молибдена
Гиперселеноз	Избыток селена
Гемосидероз	Избыток железа
Метгемоглобинемия	Избыток нитратов
Болезнь Кашина — Бека	Избыток стронция на фоне недостатка кальция
Болезнь Прасада (гипоцинкоз)	Дефицит цинка
Болезнь Кешана	Дефицит селена
Эндемический флюороз	Избыток фтора
<i>Антропогенные заболевания</i>	
Техногенные остеопатии, в том числе флюороз	Избыток техногенного фтора

Окончание табл. 1.2

Патология	Этиологические факторы
Болезнь Минамата	Поражения, связанные с поступлением в организм метилртути
Молибденовая подагра	Избыток техногенного молибдена
Свинцовая энцефалопатия и нефропатия	Избыток техногенного свинца
Болезнь итай-итай	Поражения, связанные с поступлением в организм кадмия
Кобальтовая миокардиопатия	Избыток в окружающей среде техногенного кобальта
Болезнь Юшо	Поступление в организм полихлорбифенилов и диоксинов

Сегодня различают экологически зависимые болезни, связанные с воздействием экологических факторов, которые повышают риск возникновения заболевания и влияют на течение уже имеющейся патологии.

Так, *болезни системы кровообращения* вызывают следующие факторы:

❑ загрязнение атмосферного воздуха оксидами серы, углерода, сернистыми соединениями, жирными кислотами, этиленом, пропиленом, сероводородом, азотом, бутиленом, нитросоединениями, ртутью, свинцом, железом, кобальтом, марганцем и др.;

❑ жилищные условия;

❑ шум;

❑ электромагнитные поля;

❑ состав питьевой воды (наличие нитратов, хлоридов, нитритов, лития), жесткость воды;

❑ биогеохимические особенности местности (недостаток или избыток Ca, Mg, V, Cd, Zn, Li, Cr, Mn, Co, Ba, Cu, Sr, Fe в окружающей среде);

❑ загрязнение пищевых продуктов пестицидами, тяжелыми металлами, производными азота, микотоксинами;

❑ природно-климатические условия (быстрота смены погоды, влажность, давление, сила и направление ветра, уровень инсоляции, температурная инверсия, туманы).

Болезни нервной системы и органов чувств, психические расстройства связаны:

- с природно-климатическими условиями (быстротой смены погоды, влажности, давления, силы и направления ветра, уровня инсоляции, температурной инверсии);
- биогеохимическими особенностями местности (высокая минерализация почвы и воды, хром, свинец, ртуть, алюминий);
- жилищными условиями (в том числе бытовыми электроприборами, компьютерами);
- загрязнением атмосферы оксидами серы, углерода, азота, хрома, сернистыми соединениями, ртутью, двуокисью кремния и др.;
- шумом, инфразвуком, вибрацией;
- электромагнитными полями;
- загрязнением пищевых продуктов хлор- и фосфорорганическими и другими пестицидами, тяжелыми металлами, микотоксинами.

Болезни органов дыхания провоцируют:

- природно-климатические условия (быстрая смена погоды, влажность воздуха, сила и направление ветра, уровень инсоляции, температурная инверсия, туманы);
- жилищные условия (в том числе бытовые аллергены, моющие средства, растворители, лаки, лосьоны, табачный дым и др.);
- загрязнение атмосферы пылью, оксидами серы, азота, углеродом, фенолом, сернистым ангидридом, аммиаком, углеводородами, двуокисью кремния, хлором, ртутью, асбестом, цементом, пылью, бактериями, грибами и др.;
- загрязнение хлор- и фосфорорганическими пестицидами.

Болезни органов пищеварения вызываются:

- загрязнением окружающей среды пестицидами и ядохимикатами;
- биогеохимическими особенностями местности (недостаток или избыток микроэлементов в окружающей среде);
- жилищными условиями, характером питания (в том числе недостатком пищевых волокон в продуктах питания) и образом жизни;
- загрязнением атмосферы фенолом, сернистым ангидридом, хромом, пылью, сероуглеродом, фтором, оксидами азота, двуокисью кремния и др.;

- шумом, вибрацией;
- составом питьевой воды, ее жесткостью.

Болезни крови и кровеносных органов можно соотнести:

□ с биогеохимическими особенностями местности (недостатком или избытком хрома, кобальта и ряда других редкоземельных металлов);

□ загрязнением атмосферного воздуха пропиленом, оксидами серы, углерода, азота, азотисто-водородной кислотой, сернистым ангидридом, углеводородами, этиленом, бензолом, тяжелыми металлами, органическими кислотами (азотной, серной, соляной, фосфорной и др.), летучей золой ТЭЦ, ГРЭС, местных котельных и др.;

- электромагнитными полями, ионизирующей радиацией;
- факторами жилых и общественных зданий (в том числе бытовыми электроприборами, печами СВЧ, компьютерами);
- составом питьевой воды (нитратами и нитритами);
- загрязнением окружающей среды ядохимикатами, хлорированными бифенилами.

Болезням кожи и подкожно-жировой клетчатки способствуют:

- природно-климатические условия (уровень инсоляции);
- биогеохимические особенности местности (недостаток или избыток микроэлементов в окружающей среде);
- авитаминоз и гипервитаминоз, в том числе витамина А;
- загрязнение атмосферного воздуха (в том числе нефть и нефтепродукты);

□ жилищные условия (в том числе использование синтетических моющих средств).

Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушение обмена веществ обусловлены:

- природно-климатическими условиями (уровнем инсоляции);
- биогеохимическими особенностями местности (недостатком или избытком Pb, I, B, Ca, V, Br, Cr, Mn, Co, Zn, Cu, Li, Ba, Sr, Fe, Mo в окружающей среде);
- загрязнением атмосферного воздуха;
- шумом;
- электромагнитными полями;
- жесткостью питьевой воды.

С болезнями мочеполовых органов связаны:

- ❑ биогеохимические особенности местности (недостаток или избыток Zn, Pb, I, Ca, Mn, Co, Cu, Fe и др. в окружающей среде);

- ❑ загрязнение атмосферного воздуха сероуглеродом, двуокисью углерода, бутиленом, этиленом, углеводородами, сероводородом, окисью серы, окисью углерода и др.);

- ❑ жесткость питьевой воды (в том числе повышение концентрации кадмия, ртути и кремния).

Врожденным аномалиям способствуют:

- ❑ загрязнение атмосферного воздуха оксидами серы, углерода, сернистыми соединениями, жирными кислотами, этиленом, пропиленом, сероводородом, азотом, бутиленом, нитросоединениями, ртутью, свинцом, железом, кобальтом, марганцем;

- ❑ загрязнение окружающей среды пестицидами и ядохимикатами;

- ❑ шум;

- ❑ электромагнитные поля;

- ❑ радионуклиды.

Патологию беременности вызывают:

- ❑ загрязнение атмосферного воздуха оксидами серы, углерода, сернистыми соединениями, жирными кислотами, этиленом, пропиленом, сероводородом, азотом, бутиленом, нитросоединениями, ртутью, свинцом, железом, кобальтом, марганцем;

- ❑ загрязнение питьевой воды нитросоединениями, органическими спиртами, сточными водами предприятий синтетического каучука;

- ❑ электромагнитные поля;

- ❑ загрязнение окружающей среды пестицидами и ядохимикатами;

- ❑ биогеохимические особенности местности (недостаток или избыток микроэлементов).

Новообразования рта, носоглотки, верхних дыхательных путей, трахеи, бронхов, легких и др. связаны:

- ❑ с загрязнением атмосферного воздуха оксидами серы, углерода, сернистыми соединениями, жирными кислотами, этиленом, пропиленом, сероводородом, азотом, бутиленом, нитросоединениями, ртутью, свинцом, железом, кобальтом, марганцем, никелем, хромом;

- загрязнением окружающей среды ядохимикатами, пестицидами, радионуклидами;
- электромагнитными полями;
- жилищными условиями (в том числе воздействием радона, асбеста, табака);
- природно-климатическими условиями (влажностью воздуха, уровнем инсоляции, температурным фактором, суховеями, пыльными бурями, атмосферным давлением).

Новообразования органов пищеварения вызываются:

- загрязнением окружающей среды пестицидами и ядохимикатами, хлорированными бифенилами;
- загрязнением атмосферного воздуха канцерогенами, полициклическими ароматическими углеводородами, акролеином и другими фотооксидантами (окислами азота, озоном, формальдегидом, органическими перекисями);
- биогеохимическими особенностями местности (недостатком или избытком Ca, F, Se, V, Li, Cr, Ni, Pb, Mo, I, Fe, Mg, Mn, Zn, Co, Cu и др. в окружающей среде);
- составом питьевой воды (нитратами, нитритами, сульфатами, хлорсодержащими веществами, литием, кальцием), жесткостью воды;
- загрязнением пищевых продуктов пестицидами, металлами, производными азота, микотоксинами и др.).

Новообразованиям мочеполовых органов способствуют:

- загрязнение атмосферного воздуха этиленом, бутиленом, сероуглеродом, углеводородами, окислами серы, двуокисью углерода, сероводородом, окисью углерода, фенолом, формальдегидом, свинцом и др.;
- загрязнение окружающей среды пестицидами и ядохимикатами;
- биогеохимические особенности местности (недостаток или избыток Mg, Mn, Zn, Co, Mo, Cu в окружающей среде);
- состав питьевой воды (хлориды).

Аллергические заболевания и аллергии обусловлены:

- загрязнением атмосферного воздуха растворителями, органическими соединениями, никелем, фенолом, крезолом, сероводородом, сероуглеродом, органической пылью и др.;

- компонентами продуктов питания (в том числе витаминами, красителями, ядохимикатами, антибиотиками, гормонами, хлорированными бифенилами);
- факторами жилых и общественных зданий (в том числе органическими соединениями, выделяющимися из полимерных материалов, стиральных порошков, органической пылью, перхотью, шерстью животных, пылевыми клещами, комнатными растениями);
- составом и загрязнением питьевой водой (повышенной концентрацией железа, высокой жесткостью, продуктами цветения воды).

1.6. Медицинская профилактика, ее роль в сохранении здоровья человека в условиях экологодестабилизированной среды

В зависимости от состояния здоровья, наличия факторов риска заболевания или выраженной патологии принято рассматривать три вида профилактики: первичную, вторичную и третичную.

Первичная профилактика — это система мер предупреждения возникновения и воздействия факторов риска развития заболеваний (вакцинация, рациональный режим труда и отдыха, рациональное питание, физическая активность, оздоровление окружающей среды и др.).

К первичной профилактике относят социально-экономические мероприятия государства по оздоровлению образа жизни, окружающей среды, воспитанию и др. Профилактическая деятельность обязательна для всех медицинских работников и учреждений здравоохранения любого уровня.

Первичная профилактика направлена на возможную этиологическую причину как фактор риска нарушения состояния здоровья. С этой целью гигиена занимается нормированием данных физических, химических, биологических факторов и их сочетаний. Предусматривается или полное отсутствие этих факторов, или наличие их в безопасных концентрациях, уровнях, например концентрация

CO₂ в воздухе жилых, общественных зданий, цехах, в атмосфере. Углекислый газ — естественный раздражитель дыхательного центра — поддерживает кислотно-щелочное равновесие в организме только при определенной концентрации в атмосфере — 0,03–0,04 %. Увеличение концентрации CO₂ в закрытых помещениях без возможного нарушения здоровья допускается не более 0,1 %. Превышение концентрации CO₂ более 0,1 % является фактором риска нарушения здоровья и требует проветривания помещения посредством естественной или искусственной вентиляции.

Вторичная профилактика — это комплекс мероприятий по устранению выраженных факторов риска, которые при определенных условиях (снижение иммунного статуса, перенапряжение, адаптационный срыв) могут привести к возникновению, обострению или рецидиву заболевания. Наиболее эффективный метод вторичной профилактики — диспансеризация как комплексный метод раннего выявления заболеваний, динамического наблюдения, направленного лечения, рационального последовательного оздоровления.

Вторичная профилактика включает в себя изучение не только этиологического фактора, но и постоянное тщательное медицинское обследование внешне здоровых людей (профилактические осмотры, диспансеризация). По технологии процесса труда вредные факторы могут присутствовать в концентрациях и уровнях, превышающих безопасные величины, и рассматриваются как реальные факторы риска возникновения заболевания. Вторичная профилактика включает:

- ❑ применение средств индивидуальной и коллективной защиты от вредных факторов;
- ❑ режим труда и время контакта с этими факторами;
- ❑ механизацию и автоматизацию труда;
- ❑ обучение населения и работающих правилам безопасного поведения;
- ❑ физиотерапевтические процедуры;
- ❑ специальный питьевой режим;
- ❑ лечебно-профилактическое (антидотное) питание;
- ❑ витаминизированные напитки;
- ❑ кислородные коктейли или щелочные ингаляции и т.д.

Третичная профилактика рассматривается как комплекс мероприятий по реабилитации больных, утративших возможность полноценной жизнедеятельности. Цели третичной профилактики:

- ❑ социальная (формирование уверенности в собственной социальной пригодности);
- ❑ трудовая (возможность восстановления трудовых навыков);
- ❑ психологическая (восстановление поведенческой активности личности);
- ❑ медицинская реабилитация (восстановление функций органов и систем).

Важнейшей составной частью всех профилактических мероприятий является формирование у населения медико-социальной активности и установок на здоровый образ жизни.

Третичная профилактика (реабилитационная) наименее эффективная, так как имеется существенное нарушение здоровья в виде профессионального заболевания и утрата определенного процента трудоспособности. Третичная профилактика призвана поддерживать здоровье, не допустить дальнейшего прогрессирования и частые обострения хронического заболевания.

Введено понятие «донозологическая гигиеническая диагностика», определено ее значение и роль в первичной профилактике нарушений состояния здоровья. *Донозологическая гигиеническая диагностика* — это система мышления и действий, направленная на изучение адаптационных резервов и установление донозологических (т.е. предболезненных) состояний организма человека в связи с воздействием факторов окружающей среды. Главная цель донозологической гигиенической диагностики — исследовать и оценить состояние регуляторных механизмов, «срабатывающих» на самых ранних этапах процесса перехода от здоровья к болезни, когда в организме отсутствуют выраженные функциональные и тем более структурные нарушения. Именно в этот период имеются наиболее благоприятные условия для принятия профилактических мер, способных дать максимальный положительный эффект.

Практическая работа 1

Определите корреляционную зависимость между экологическими факторами риска условий проживания и уровнем первичной заболеваемости.

Задание 1. Определите частоту острых респираторных заболеваний за год.

Задание 2. Определите группу экологического риска условий проживания.

1. В каком районе города вы проживаете?
2. Сколько полных лет вы проживаете в данном районе города?
3. Расположен ли ваш дом по соседству с:
 - промышленным предприятием (1 балл)
 - автостоянкой или крупной автотрассой, авторемонтной мастерской (2 балла)
 - автозаправочной станцией (3 балла)
 - вокзалом (4 балла)
 - рынком, крупным торговым центром (5 баллов)
 - дом расположен внутри квартала (6 баллов)
4. Рядом с вашим домом:
 - нет зеленых насаждений (1 балл)
 - имеются зеленые насаждения (сквер, парк) (2 балла)
5. К какому типу относится дом, в котором проживает ваша семья?
 - панельный (1 балл)
 - кирпичный (2 балла)
6. Удовлетворены ли вы благоустройством и санитарным состоянием вашего района проживания?
 - нет (1 балл)
 - да (2 балла)
7. Вы проживаете в:
 - общежитии (1 балл)
 - коммунальной квартире (2 балла)
 - отдельной квартире (3 балла)
 - частном доме (4 балла)

8. Какова жилая площадь на одного члена вашей семьи?
менее 6 м² (1 балл)
6–12 м² (2 балла)
более 12 м² (3 балла)
9. Наличие бытовых удобств:
нет удобств (центральной канализации и водоснабжения) (1 балл)
отсутствуют отдельные удобства (горячая вода и т.п.) (2 балла)
есть все удобства (3 балла)
10. Готовите еду на:
газовой плите (1 балл)
печке (2 балла)
электрической плите (3 балла)
11. Приготовление пищи происходит на кухне?
нет (1 балл)
да (2 балла)
12. Как вы оцениваете характер жилищных условий?
неудовлетворительные (1 балл)
удовлетворительные (2 балла)
13. Есть ли у вас отдельная комната?
нет (1 балл)
да (2 балла)
14. Отведено ли в вашей квартире отдельное место для подготовки занятий?
нет (1 балл)
освобождается место (2 балла)
да (3 балла)
15. Курят ли в вашем жилом помещении?
да (1 балл)
иногда (2 балла)
нет (3 балла)

Алгоритм обработки результатов анкетирования предусматривает оценку по балльной шкале. Наивысший балл присваивался ответу, который получил положительную гигиеническую оценку. Суммарный балл позволяет отнести ваши условия проживания к той или иной группе риска.

Оцените полученные результаты:

- ☐ более 25 баллов — группа наименьшего риска;
- ☐ от 25 до 20 баллов — группа внимания;
- ☐ менее 20 баллов — группа повышенного риска.

Задание 3. Сформируйте базу данных для статистической обработки результатов.

№	x	y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$

Примечание. x — количество зарегистрированных острых заболеваний за год; y — суммарный балл ответов на вопросы анкеты; dx — отклонения от среднего значения всех зарегистрированных острых заболеваний в группе исследования; dy — отклонения от среднего значения суммарного балла по анкетированию группы исследования.

Задание 4. Рассчитайте коэффициент корреляции (r) способом квадратов Пирсона:

$$r = \frac{\sum (d_x - d_y)}{\sqrt{\sum d_x^2 \sum d_y^2}},$$

где x, y — признаки, между которыми определяется связь; d_x, d_y — отклонения каждой варианты от средней величины, вычисленной в ряду признака x и в ряду признака y ; Σ — знак суммы.

Установите силу и направление связи с использованием табличных данных.

Сила связи	Характер связи	
	Прямая (+)	Обратная (–)
Сильная	От 1,0 до 0,7	От –1,0 до –0,7
Средняя	От 0,7 до 0,3	От –0,7 до –0,3
Слабая	От 0,3 до 0	От –0,3 до 0

Задание 5. Предложите мероприятия по оптимизации экологической обстановки и здоровья.

Задание 6. Оцените степень выраженности аддиктивного поведения на употребление алкоголя, табакокурение и др. Заполните анкету. При ответе на вопрос в соответствующей графе ставится

знак «+». На основе результатов анкетирования предложите комплекс рекомендаций для профилактики аддиктивного поведения. (Методика разработана на кафедре общей гигиены, экологии и радиационной медицины УО «Гомельский государственный медицинский университет».)

Анкета для комплексной экспресс-оценки аддиктивного поведения

Пол _____	Возраст _____ лет		
Показатель	Ухуд- шается	Улуч- шается	Без изменений
1. Самочувствие:			
после приема алкоголя			
при выкуривании сигареты			
при употреблении обильной пищи			
2. Настроение:			
после приема алкоголя			
при выкуривании сигареты			
после приема обильной пищи			
3. Активность:			
после приема алкоголя			
после выкуривания сигареты			
после приема обильной пищи			
4. Аппетит:			
после приема алкоголя			
после выкуривания сигареты			
после приема обильной пищи			
5. Коммуникабельность:			
после приема алкоголя			
после выкуривания сигареты			
после приема обильной пищи			
6. Состояние (самочувствие):			
после приема жирной пищи			
после приема углеводной пищи			
после приема белковой пищи			
после приема растительной пищи			
при ограничении углеводной пищи			

Окончание таблицы

Показатель	Ухуд- шается	Улуч- шается	Без изменений
7. Состояние сна: после приема алкоголя после выкуривания сигареты после приема обильной пищи			
8. Состояние и настроение: после покупки необходимых личных вещей после покупки любой вещи			
9. Настроение: после игры на компьютере после необходимой работы за компьютером			
10. Состояние зрения после длительной рабо- ты за компьютером			
11. Сон после длительной работы за компью- тером			

Оценка проводится по балльной шкале последовательно в два этапа.

Этап 1. По каждому вопросу за ответ «улучшается» — присваивается 2 балла, «ухудшается» — 1 балл, «без изменений» — 0 баллов.

Этап 2. Подсчитывается сумма набранных баллов:

1–4 балла — слабая степень выраженности зависимости;

5–8 баллов — средняя степень выраженности зависимости;

9–12 баллов — выраженная зависимость.

Данный алгоритм исследования используется для индивидуальной и групповой оценки поведения.

ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

2.1. Мотивационная характеристика темы

Рациональное использование солнечного излучения способствует укреплению здоровья, повышению его реактивности и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. И наоборот, при недостаточной инсоляции, особенно при дефиците ультрафиолетового излучения, у человека уровень здоровья снижается, повышается восприимчивость к инфекционным заболеваниям, у детей может развиваться рахит.

Врачи любой специальности должны знать о роли солнечных излучений в жизни человека, обязаны уметь давать соответствующие рекомендации по рациональному использованию как природных, так и искусственных излучений для укрепления и сохранения здоровья.

Цель занятия: научиться прогнозировать возможные негативные последствия воздействия на организм человека солнечной радиации.

Задачи:

- ☐ ознакомиться с особенностями биологического действия различных спектров солнечного излучения на организм человека;
- ☐ определить тип чувствительности кожи;
- ☐ усвоить методику оценки риска развития рака кожи;
- ☐ усвоить методику расчета времени солнечного воздействия, необходимого для обеспечения суточной потребности человека в витамине D.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для полного усвоения темы необходимо повторить соответствующий материал из следующих дисциплин:

- ☐ медицинская и биологическая физика — «Электромагнитное излучение, удельная мощность излучений, длина волны, энергия кванта»;

- медицинская биология и генетика — «Биологическое действие солнечной радиации»;
- нормальная физиология человека — «Нарушение физиологического равновесия в организме при недостатке солнечного света»;
- биологическая химия — «Фотохимические реакции, происходящие в организме под воздействием ультрафиолетовых излучений».

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Дайте характеристику физических свойств воздуха.
2. Охарактеризуйте химический состав воздуха.
3. Каковы механизмы повреждающего действия УФ-облучения?
4. Какую роль воздух играет в возникновении неинфекционных заболеваний человека?
5. Какие гигиенические мероприятия по охране атмосферного воздуха вы знаете?

Вопросы по теме занятия

1. Влияние видимой области солнечного спектра и освещенности на человека. «Зимняя депрессия (аффективное сезонное расстройство)»: понятие, причины развития, клинические проявления, профилактика и лечение.
2. Определение понятия «биологический ритм». Основные параметры. Классификация и проблема десинхронизации биологических ритмов. Динамические болезни.
3. Метеочувствительность: понятие, классификация по степени тяжести клинических проявлений и типам метеопатических реакций.
4. Особенности биологического действия ИК-спектра солнечной радиации, применение в медицине.
5. Какие существуют методы измерения УФ-составляющей солнечного излучения?
6. Что такое биодоза, минимальная суточная профилактическая доза, оптимальная доза? Дать определение этих понятий.
7. В чем заключается УФ-недостаточность, как осуществляется ее профилактика?
8. К чему приводит чрезмерное облучение организма лучами УФ-спектра? Как его предупредить?

2.2. Основные понятия, особенности и свойства солнечного излучения

Солнечному излучению обязана своим существованием вся органическая жизнь на Земле. Характер влияния солнечного излучения на организм и здоровье человека определяется его спектральным составом: видимое излучение обеспечивает функцию зрительного анализатора; инфракрасное — оказывает тепловое воздействие; ультрафиолетовое — общестимулирующее, биологическое, эритемное, антирахитическое, бактерицидное влияние. Рациональное использование солнечного излучения способствует укреплению здоровья, повышению его реактивности и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. И наоборот, при недостаточной инсоляции, особенно при УФ-дефиците, у человека уровень здоровья снижается, повышается восприимчивость к инфекционным заболеваниям, у детей может развиваться рахит.

Видимое излучение представляет собой узкий диапазон в спектре электромагнитного излучения Солнца (от 400 до 760 нм), но по физиологическому и гигиеническому значению оно занимает ведущее место среди факторов внешней среды. Дневной свет оказывает благоприятное влияние на организм, стимулирует его жизнедеятельность, улучшает психоэмоциональное состояние человека (особенно больного). Под его воздействием усиливается обмен веществ в организме, активизируются процессы кроветворения, улучшается работа эндокринных желез и т.д. Режим освещенности играет существенную роль в регуляции биологических ритмов. Практически у всех живых существ — от простейших до человека состояние и функции систем ритмично изменяются. Эти изменения часто соответствуют суточному ритму, связанному с вращением Земли, хотя существуют и другие периодические колебания, соответствующие приливно-отливному, лунному или годовичному циклам.

Биологические ритмы — колебания смены и интенсивности процессов и физиологических реакций. В их основе лежат изменения метаболизма биологических систем, обусловленные влиянием внешних и внутренних факторов. Факторы, которые влияют на ритмичность процессов, происходящих в живом организме, получили определение «синхронизаторы», или «датчики времени». В природе биологического ритма, присущего каждому живому организму,

присутствуют два компонента: экзогенный и эндогенный. Эндогенный компонент биоритма (суточный ритм физиологических функций) генетически закреплён и передается по наследству, экзогенный (любое воздействие внешних факторов) — обусловлен внешними датчиками времени.

К *внешним факторам* относятся: изменение освещённости (фотопериодизм), температуры (термопериодизм), магнитного поля, интенсивности космических излучений, приливы и отливы, сезонные и солнечно-лунные влияния; социальные влияния, характерные для человека.

К *внутренним факторам* относятся нейрогуморальные процессы, протекающие в определенном, наследственно закреплённом темпе и ритме.

В естественной природе противоречий между компонентами суточного ритма не возникает. Искусственное нарушение экзогенного компонента ритма (искусственная освещённость, нарушение режима сна, работа в ночное время, переезд из одного временного пояса в другой) нередко является пусковым механизмом нарушения процессов адаптации организма к условиям окружающей среды. Поскольку эндогенные ритмы лишь приблизительно соответствуют суточному, их называют *циркадианными* (околосуточными, от лат. *circa* — около и *dies* — день). У человека более 100 различных физиологических параметров, циклически изменяющихся с периодом 24 ч. Так, температура тела рано утром минимальна, а вечером достигает максимума, становясь примерно на 1–1,5 °C выше. Наиболее выражен суточный цикл сон/бодрствование, поэтому многие функциональные изменения организма, обычно возникающие при наступлении сна (например, снижение температуры тела, частоты сокращений сердца и дыхания), считают причинно связанными с ним.

Инфракрасное (тепловое, ИК) излучение составляет большую часть (около 58 %) солнечного электромагнитного спектра. Поверхности Земли достигает ИК-излучение с длиной волны 760–3000 нм, более длинное задерживается атмосферой. ИК-излучение, встречая на пути молекулы и атомы различных веществ, усиливает их колебательные движения и тем самым вызывает тепловой эффект. Оно проникает сквозь атмосферу, толщу воды и почву, сквозь оконное стекло и одежду. Наиболее короткое ИК-излучение (с дли-

ной волны 760–1000 нм) проникает сквозь ткани тела, в том числе кости черепа, на глубину 4–5 см. При локальном действии на ткани ИК-излучение несколько ускоряет биохимические реакции, ферментативные и иммунобиологические процессы, рост клеток и регенерацию тканей, усиливает кровоток. Интенсивность прогрева подкожной клетчатки и внутренних органов снижается благодаря кровообращению. При дальнейшем воздействии ИК-излучения глубинное прогревание тканей усиливается, что может привести к тепловому (солнечному) удару.

Активные продукты распада, образующиеся под влиянием инфракрасного излучения на кожу, и нервные импульсы, идущие от нее, распространяют местное действие излучения на весь организм. При таком влиянии (гуморальном и нервном) нормализуется тонус вегетативной нервной системы, снимается чрезмерное напряжение, ослабевают тонус мышц, сосудов, достигается болеутоляющий и противовоспалительный эффект. Благодаря этому ИК-излучение используется в лечебной практике (физиотерапия).

Интенсивность теплового излучения в СИ измеряется в джоулях (Дж), килоджоулях (кДж), мегаджоулях (МДж) на метр квадратный в час [МДж/(м² · ч)]. Внесистемная (устаревшая) единица [кал/(см² · мин)] встречается в старых руководствах, справочниках и на шкалах измерительных приборов — актинометров. Интенсивность суммарного теплового излучения Солнца на границе с атмосферой Земли (солнечная постоянная) составляет 4,87 МДж/(м² · ч) [1,94 кал/(см² · мин)]. На поверхности Земли в умеренных широтах оно не превышает 3,77 МДж/(м² · ч) [1,5 кал/(см² · мин)] (табл. 2.1).

Таблица 2.1

**Шкала Галанина для субъективной оценки интенсивности
тепловой радиации**

Излучение		
Интенсивность		Характеристика действия
МДж/(м ² · ч)	кал/(см ² · мин)	
1–2,0	0,4–0,8	Слабое, переносится неопределенно долго
2,1–4,0	0,9–1,5	Умеренное, переносится 3–5 мин
4,1–7,5	1,6–3,0	Среднее, переносится 25–60 с
7,6–12,0	3,0–4,0	Сильное, переносится 10–12 с
> 12,0	> 4	Очень сильное, переносится 2–5 с

Ультрафиолетовая часть солнечного спектра наиболее активна в биологическом отношении. Интенсивность и спектральный состав ее постоянно меняются в зависимости от сезона года, состояния атмосферы, количества водяных паров, аэрозолей, высоты стояния Солнца над горизонтом, от уровня запыления и годового загрязнения атмосферного воздуха. Одна из основных характеристик — длина волны (от 200 до 400 нм). Кроме того, в зависимости от длины волн существует деление на 3 группы:

- УФ-лучи области А — 400–320 нм;
- УФ-лучи области В — 320–280 нм;
- УФ-лучи области С — 280–200 нм.

УФ-излучение обладает широким биологическим действием. Проникая в ткани на глубину 0,5–1,0 мм, оно активно влияет на иммунологическую резистентность организма, повышая активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, приводит к активации биохимических процессов и, таким образом, оказывает влияние на метаболизм клеток. Повышается скорость химических процессов в организме, что, в свою очередь, улучшает обменные и трофические процессы, ускоряется рост и регенерация тканей, повышается сопротивляемость к инфекциям, улучшается физическая и умственная работоспособность.

Под влиянием значительных доз УФ-лучей на коже возникает эритема, достигающая своего максимального развития через 18–20 ч, на месте которой к 7–9-му дню возникает пигментация — загар. Процессы, происходящие при эритемообразовании, лежат в основе обезболивающего, противовоспалительного, рассасывающего действия.

Специфическим биологическим действием УФ-излучения является образование эндогенного витамина D, которое происходит в коже под влиянием небольших доз УФ-лучей области А с длиной волны, равной 315–365 нм. Дегидрохолестерин, находящийся в коже, превращается в витамин D₃. Последний принимает участие в регуляции фосфорно-кальциевого обмена в организме.

Важное свойство УФ-лучей области С — бактерицидное действие. В его основе лежит непосредственное влияние этих лучей на микроорганизмы. При поглощении лучистой энергии в последних происходят сложные биохимические процессы, приводящие в итоге к гибели микроорганизма.

Говоря о биологическом действии ультрафиолетового излучения, необходимо напомнить и о его возможных побочных эффектах. Так, при одноразовом избыточном УФ-облучении возможны:

- возникновение фотохимического ожога, который проявляется в виде эритемы, волдырей, головной боли, фотоофтальмии. При этом происходит усиление перекисного окисления липидов, что ведет к повреждению клеточных мембран и гибели клеток;

- обострение хронических заболеваний (туберкулеза, ревматизма и т.п.), так как при усилении образования меланина увеличивается потребность в незаменимых аминокислотах, витаминах, солях кальция, что неблагоприятно сказывается на течении хронического процесса;

- инактивация холекальциферола в его токсичные производные (при воздействии УФ-излучения области С с длиной волны 200–280 нм).

При длительном воздействии избыточного УФ-излучения возможны:

- образование перекисных и эпоксидных веществ, обладающих мутагенным действием;

- индуцирование рака кожи;

- повышение фотосенсибилизации;

- возникновение у группы людей фотоаллергий.

2.3. Методы измерения и нормирования интенсивности ультрафиолетового излучения

Благоприятное воздействие УФ-излучения можно обеспечить путем регулирования его интенсивности и эритемной дозы облучения, а также четкого контроля над проведением процесса облучения. В настоящее время для этой цели используют три метода: биологический, фотохимический и фотоэлектрический.

Биологический метод широко применяется в медицинской практике. В его основе лежит определение эритемной — биологической дозы (витадозы) облученности. Биодоза — это наименьшее

количество УФ-облучения (или минимальное время облучения), которое вызывает (через 8–14 ч) появление едва заметного покраснения на незагорелом участке кожи (определяется с помощью биодозиметра Горбачева).

Доза, предупреждающая гипо- и авитаминоз D, нарушения фосфорно-кальциевого обмена и другие нежелательные последствия светового голодания, называется профилактической дозой и составляет $1/8$ эритемной дозы. Физиологическая доза ультрафиолетового излучения (с точки зрения ее адаптогенного действия) составляет $1/4$ – $1/2$ эритемной дозы.

Пороговая эритемная биодоза непостоянна и зависит от пола, возраста, состояния здоровья и других индивидуальных особенностей. Биодоза устанавливается экспериментально в каждом конкретном случае или выборочно — для наиболее ослабленных лиц, которые будут подвергаться облучению.

Фотохимический метод определения степени эритемной облученности, вызванной УФ-излучением, основывается на разложении последним в присутствии уранилнитрата титрованного раствора щавелевой кислоты. Одной эритемной дозе соответствует 4 мг разложившейся щавелевой кислоты на 1 см^2 поверхности облученного раствора.

Фотоэлектрический (физический) метод основывается на определении интенсивности УФ-излучения с помощью специальных приборов — ультрафиолетметров или уфиметров (УФМ-71). Эти приборы позволяют определять энергетическую (физическую) величину УФ-излучения — степень энергетической облученности для оценки интенсивности УФ-облучения и характера распределения его на поверхности в объеме помещения. Результаты измерения обозначаются в ваттах на квадратный метр и в производных ватта ($\text{Вт}/\text{м}^2$, $\text{мВт}/\text{м}^2$, $\text{мкВт}/\text{м}^2$). С помощью указанных приборов можно определить и количество облучения, т.е. дозу энергетической облученности, для дозирования излучения отдельно в эритемном (290–340 нм) и бактерицидном (220–290 нм) диапазонах — $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, $\text{мВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, $\text{мкВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

2.4. Показания и противопоказания к проведению УФ-облучения

К *общим показаниям* относятся:

- ☐ профилактика солнечной недостаточности, а вместе с тем и гиповитаминоза;
- ☐ профилактика и лечение рахита;
- ☐ профилактика понижения общей сопротивляемости организма в осенне-зимний период;
- ☐ профилактика возникновения инфекций;
- ☐ профилактика понижения умственной и физической работоспособности.

К *местным показаниям* относится эритемотерапия при воспалительных заболеваниях внутренних органов (бронхит, гастрит, ревматизм, тонзиллит, ангина, бронхиальная астма).

Принято считать, что УФ-терапия наиболее эффективна именно в детском и подростковом периодах, в связи с тем что метаболические процессы еще очень лабильны и не до конца сформированы. Кроме этого, УФ-облучение используется в хирургии, травматологии, дерматологии.

Противопоказания при применении УФ-облучения следующие:

- ☐ злокачественные опухоли;
 - ☐ склонность к кровотечениям;
 - ☐ активный туберкулез легких;
 - ☐ заболевания крови;
 - ☐ кахексия;
 - ☐ гипертиреоз;
 - ☐ системная красная волчанка;
 - ☐ недостаточность кровообращения I, II степени.
- В развитии патологии имеют значение следующие факторы:
- ☐ доза облучения;
 - ☐ спектральная характеристика излучения;
 - ☐ индивидуальная чувствительность;
 - ☐ частота экспозиций.

Установлено, что различные спектральные диапазоны УФИ не одинаково воздействуют на кожу человека, основной реакцией которой является развитие эритемы. Например, кожа является

в 100 раз более чувствительной к УФИ с длиной волны 298 нм, чем с $\lambda = 319$ нм. Вклад различных диапазонов УФИ в формирование эритемы отражает так называемый спектр эритемного действия (СЭД), значения которого выражают в мощности потока УФИ, приходящегося на единицу площади ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Согласно рекомендациям международных организаций максимальным значением СЭД следует считать величину $0,25 \text{ Вт}/\text{м}^2$. В обыденной практике при мониторинге уровня ультрафиолетового излучения многие страны используют индекс ультрафиолетового излучения (УФ-индекс), который сообщается населению через средства массовой информации. УФ-индекс рассчитывается путем умножения СЭД на коэффициент 40. Согласно этому УФ-индекс при максимально допустимом рекомендуемом воздействии УФИ с СЭД $0,25 \text{ Вт}/\text{м}^2$ будет равен 10 ($0,25 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot 40 = 10$).

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует следующую градацию УФ-индексов:

- 1–2 — низкий;
- 3–5 — средний;
- 6–7 — высокий;
- 8–10 — очень высокий;
- 11 и более — экстремальный.

В летнее время на территории Республики Беларусь УФ-индекс колеблется от 5 до 8. Известно, что каждый человек характеризуется индивидуальной чувствительностью кожи к действию УФИ. Выделяют четыре основных типа чувствительности кожи. Для определения типа чувствительности кожи пользуются специальным тестом, приведенным ниже.

Для человека величиной, характеризующей воздействие УФИ, является минимальная эритемная доза (МЭД). Это такая доза ультрафиолетового излучения, которая спустя 8–10 ч на незагорелой коже вызывает гиперемию или эритему. Подсчитано, что одна единица МЭД соответствует энергии $250 \text{ Дж}/\text{м}^2$ и вызывает указанный эффект у индивидуумов со II типом чувствительности кожи. Другие типы чувствительности кожи имеют свои значения плотности потока (табл. 2.2). Исходя из этого рассчитываются ДУ облучения, выраженные по отношению к дозе УФИ для II типа чувствительности кожи.

При сопоставлении значений УФ-индекса с МЭД установлено, что 10 единиц УФ-индекса соответствуют мощности эритемной дозы 4,3 МЭД/ч. Следовательно, единица УФ-индекса равна 0,43 МЭД/ч.

Таблица 2.2

Типы чувствительности кожи

Тип кожи	Доза УФИ, Дж/м ²	ДУ
I	200	0,8 МЭД
II	250	1,0 МЭД
III	350	1,4 МЭД
IV	450	1,8 МЭД

Так как каждое значение УФ-индекса характеризуется своей величиной плотности потока УФ-излучения, для выбора безопасного времени облучения необходимо выполнить некоторые расчеты.

Расчет продолжительности времени принятия солнечных ванн в зависимости от типа чувствительности кожи

Согласно рекомендациям международных организаций для не пигментированной кожи всех типов чувствительности допустимым уровнем является доза 0,4 МЭД/сут.; для индивидуума с загорелой кожей II типа чувствительности — 1 МЭД/сут.

Рассчитываем значение мощности эритемной дозы (МД) при данном значении УФ-индекса:

$$\text{МД (МЭД/ч)} = \text{УФ-индекс} \cdot 0,43 \text{ (МЭД/ч)}.$$

Рассчитываем время в часах, за которое при данном значении УФ-индекса и типе чувствительности кожи будет сформирована допустимая суточная доза:

$$t \text{ (ч)} = \text{ДУ/МД}.$$

Полученное время переводим в минуты:

$$t \text{ (мин)} = t \text{ (час)} \cdot 60.$$

Следует учитывать, что максимальным допустимым кумулятивным (в течение одного года) значением МЭД в год для II типа кожи рекомендовано считать величину 50, для III и IV типов — 70 и 90 МЭД соответственно.

Тест: определение типа чувствительности кожи

Для определения типа чувствительности кожи к УФИ необходимо ответить на следующие вопросы. Используйте готовые варианты ответов.

1. Какой цвет вашей незагорелой кожи?
 - а) бледно-розовый, бело-розовый;
 - б) белый;
 - в) слегка смуглый;
 - г) смуглый.
2. Какого цвета у вас от рождения волосы?
 - а) рыжие;
 - б) естественный блондин/блондинка;
 - в) от темно-русых до коричневых;
 - г) от темно-коричневых до черных.
3. Какого цвета ваши глаза?
 - а) светло-голубые, светло-серые, светло-зеленые;
 - б) голубые, серые, зеленые;
 - в) светло-коричневые, темно-серые;
 - г) темно-коричневые.
4. Есть ли у вас веснушки?
 - а) очень много;
 - б) имеются;
 - в) единичные;
 - г) отсутствуют.
5. Как реагирует кожа вашего лица на солнечное облучение?
 - а) очень чувствительна, часто возникают солнечные ожоги;
 - б) чувствительна, могут возникать солнечные ожоги;
 - в) особой чувствительности не отмечалось, солнечные ожоги возникают очень редко;
 - г) нечувствительна, солнечные ожоги никогда не образуются.
6. Как долго вы можете находиться летом на солнце (широта Беларуси) в полдень при безоблачном небе и не получить солнечных ожогов?
 - а) меньше 15 мин;
 - б) от 15 до 25 мин;
 - в) от 25 до 40 мин;
 - г) больше 40 мин.

7. Какая реакция наблюдается со стороны кожи при долгом пребывании на солнце?
- а) всегда возникают солнечные ожоги;
 - б) часто возникают солнечные ожоги;
 - в) иногда могут возникать солнечные ожоги;
 - г) солнечные ожоги возникают очень редко или вовсе отсутствуют.
8. Чем характеризуются у вас солнечные ожоги?
- а) выражена сильная гиперемия, болезненность, могут образовываться волдыри, затем кожа начинает шелушиться («слезать»);
 - б) возникает гиперемия, затем кожа начинает шелушиться («слезать»);
 - в) небольшая гиперемия, затем может наблюдаться шелушение;
 - г) гиперемия не возникает, шелушение отсутствует.
9. Может ли у вас формироваться загар после однократного, но продолжительного пребывания на солнце?
- а) нет, это невозможно;
 - б) очень редко;
 - в) часто;
 - г) как правило.
10. Как формируется у вас загар после повторных солнечных ванн?
- а) может возникнуть еле заметный загар или вообще не возникает;
 - б) образуется с трудом;
 - в) прогрессивно увеличивается;
 - г) быстро наступает хороший загар.

Ответы оцениваются следующим образом: а — 1 балл, б — 2, в — 3, г — 4. Сложите все баллы, разделите полученную сумму на 10. Полученное число округлите по существующим правилам. Это и будет тип чувствительности вашей кожи. Если, к примеру, в результате деления получилось число 2,5, то у вас пограничное значение типа чувствительности кожи (между II и III).

Тест: оценка риска развития рака кожи

Как отмечалось выше, механизм действия УФИ относится к стохастическому, т.е. вероятностному. Наиболее тяжелой патологией, возникающей от действия этого физического фактора, являются злокачественные опухоли кожи. Очень важно, исходя из собственных индивидуальных данных (типа чувствительности кожи, истории инсоляции УФ, генетических данных), определить риск развития этой патологии. Для этого воспользуйтесь следующим тестом.

Данный упрощенный вариант теста разработан и предложен Американской академией дерматологии. Каждый признак соответствует определенному количеству баллов, которые указаны цифрой после соответствующего признака. Ответив на все вопросы, суммируйте полученные баллы.

1. Тип чувствительности вашей кожи к УФИ:
I (особо чувствительная) — 4;
II (чувствительная) — 4;
III (нормальная) — 3;
IV (нечувствительная) — 1.
2. Цвет ваших глаз:
голубые/зеленые — 4;
серые — 3;
коричневые — 2.
3. Что произойдет, если вы летом в течение часа первый раз будете загорать?
кожа покраснеет, затем начнет шелушиться — 4;
кожа покраснеет, затем образуется загар — 3;
кожа сразу начнет темнеть — 1.
4. Количество на теле родимых пятен:
множество — 5;
немного (меньше 30) — 3;
единичные — 1.
5. Где, в силу рода своей профессиональной деятельности, вы проводите большую часть светового дня?
на открытом воздухе — 4;
частично на открытом воздухе, частично в помещении — 3;
в помещении — 2.

6. Регистрировался ли у кого-либо из ваших родственников рак кожи?
да — 5;
нет — 1.
7. Основное место вашего проживания до возраста 18 лет:
районы с высокой солнечной инсоляцией (юг Украины, Кавказ, Молдавия, Средняя Азия) — 4;
средняя полоса европейской части — 3;
север европейской части — 2.

Перевод полученных баллов в оценку риска развития рака кожи приведен в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Риск развития рака кожи

Количество баллов	Риск рака кожи
10–15	Ниже среднего
16–22	Средний
23–25	Высокий
26–30	Очень высокий

Примечание. Более подробный тест на риск развития рака кожи от действия УФ можно найти на сайте: <http://www.uvinfo.narod.ru>.

Расчет минимального времени солнечного воздействия, необходимого для обеспечения суточной потребности человека в витамине D₃

Согласно данным ВОЗ для ежедневного синтеза 400 МЕ витамина D₃ необходима доза 60 МЭД в год. Суточная потребность человека в витамине D₃ составляет для взрослого 100 МЕ, для ребенка 4–6 лет — 200 МЕ (МЕ — международная единица, соответствует 0,025 мкг холекальциферола или эргокальциферола).

Рассчитываем минимальное время солнечного воздействия в день, необходимое для обеспечения суточной потребности в витамине D₃ взрослого человека со II типом чувствительности кожи.

Среднегодовую величину УФ-индекса в Беларуси примите за 3.

Рассчитываем годовую дозу УФИ, необходимую для синтеза 100 IE витамина D₃:

$$\begin{aligned}60 \text{ МЭД} &\rightarrow 400 \text{ IE}, \\x \text{ МЭД} &\rightarrow 100 \text{ IE}, \\x &= 60 \cdot 100/400 = 15.\end{aligned}$$

Следовательно, согласно нормативам Республики Беларусь для взрослого человека необходима доза 15 МЭД в год.

Рассчитываем дозу УФИ, необходимую для ежедневного синтеза 100 IE витамина D₃ в организме взрослого человека:

$$15 \text{ МЭД}/365 \text{ дней в году} = 0,04 \text{ МЭД/сут.}$$

Рассчитываем количество энергии, необходимое для ежедневного синтеза 100 IE витамина D₃ в организме взрослого человека: одна МЭД для II типа чувствительности кожи равна 250 Дж/м².

$$250 \text{ (Дж/м}^2\text{)} \cdot 0,04 = 10 \text{ (Дж/м}^2\text{)}.$$

Следовательно, для ежедневного восполнения витамина D₃ для II типа чувствительности кожи необходима энергия в 10 Дж/м².

Если среднегодовой индекс УФ излучения в Республике Беларусь принять за 3, то плотность потока УФИ в данном случае составит

$$3/40 = 0,075 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Известно, что 1 Вт равен потоку энергии волн, при котором через произвольную поверхность проходит 1 Дж энергии волн за 1 с (1 Вт = 1 Дж/с). Следовательно, суточная доза витамина D₃ при данных условиях будет сформирована за 133 с:

$$10 \text{ (Дж/м}^2\text{)}/0,075 \text{ (Вт/м}^2\text{)} = 133 \text{ с.}$$

Переводим время в минуты:

$$133/60 = 2,2 \text{ мин.}$$

Таким образом, для синтеза 100 IE витамина D₃ в организме взрослого человека со II типом чувствительности кожи при среднегодовом индексе УФ излучения, равном 3, минимальное время солнечного воздействия в день составляет 133 с (или 2,2 мин) при плотности потока или энергии УФИ 0,075 Вт/м² и 10 Дж/м² соответственно.

Практическая работа 2

Задание 1. Определите тип чувствительности вашей кожи.

Задание 2. Рассчитайте безопасное для вас время загара (для не пигментированной и загорелой кожи), если УФ-индекс равен 5.

Задание 3. Оцените риск развития рака кожи от воздействия УФИ и для себя предложите мероприятия по снижению данного риска.

Задание 4. Рассчитайте безопасное время загара с учетом чувствительности кожи (среднегодовую величину УФ-индекса в Беларуси примите за 4).

Задание 5. Рассчитайте минимальное время солнечного воздействия в день, необходимое для обеспечения суточной потребности в витамине D₃ ребенка 5 лет со II типом чувствительности кожи.

Лабораторная работа 1

Выявите свою метеозависимость на этапе донозологической диагностики. (Методика разработана на кафедре общей гигиены, экологии и радиационной медицины УО «Гомельский государственный медицинский университет».)

Этап 1. Оцените свое самочувствие, настроение и активность при различных погодных условиях. При ответе на вопрос в соответствующей графе ставится знак «+».

Показатель	Ухуд- шается	Улуч- шается	Без изменений
1. Самочувствие при наступлении погоды:			
холодной			
теплой			
жаркой			
ветреной			
безветренной			
влажной			
сухой			

Продолжение таблицы

Показатель	Ухуд- шается	Улуч- шается	Без изменений
с низким барометрическим давлением			
с высоким барометрическим давлением			
с дождем			
со снегом			
сочетание дождя с ветром			
сочетание снега с дождем, ветром			
пасмурной			
солнечной			
с туманами, дымками			
с низкой облачностью			
с высокой облачностью			
контрастной в течение дня			
без магнитной бури			
со слабыми магнитными бурями			
при сильных магнитных бурях			
2. Настроение при следующем типе погоды:			
холодной			
теплой			
жаркой			
ветреной			
безветренной			
влажной			
сухой			
с низким барометрическим давлением			
с высоким барометрическим давлением			
с дождем			
со снегом			
сочетание дождя с ветром			
сочетание снега с дождем, ветром			
пасмурной			
солнечной			
с туманами, дымками			
с низкой облачностью			

Окончание таблицы

Показатель	Ухуд- шается	Улуч- шается	Без изменений
с высокой облачностью			
контрастной в течение дня			
без магнитной бури			
со слабыми магнитными бурями			
при сильных магнитных бурях			
3. Активность при следующем типе погоды:			
холодной			
теплой			
жаркой			
ветреной			
безветренной			
влажной			
сухой			
с низким барометрическим давлением			
с высоким барометрическим давлением			
с дождем			
со снегом			
сочетание дождя с ветром			
сочетание снега с дождем, ветром			
пасмурной			
солнечной			
с туманами, дымками			
с низкой облачностью			
с высокой облачностью			
контрастной в течение дня			
без магнитной бури			
со слабыми магнитными бурями			
при сильных магнитных бурях			

Рассчитывается интегральный показатель по сумме набранных баллов. За каждый ответ «ухудшается» присваивается 2 балла, «улучшается» — 1 балл, «без изменений» — 0 баллов.

При сумме до 23 баллов метеозависимость не выражена, 24 и более баллов — метеозависимость выражена.

Этап 2. Для тех лиц, у которых выявлена метеозависимость, определяется степень ее выраженности. Для этого необходимо ответить на вопросы, которые характеризуют общие симптомы и симптомы со стороны нервной системы, системы кровообращения и дыхания.

Вопросы для определения общих симптомов:

1. Отмечаете ли вы нарушение концентрации внимания?
2. Бывают ли у вас головные боли?
3. Ощущаете ли вы общую слабость, потерю сил?
4. Отмечается ли у вас снижение работоспособности?
5. Чувствуете ли вы непроходящую усталость?
6. Бывают ли у вас приступы головокружения?
7. Отмечается ли у вас плохой, поверхностный сон?
8. Отмечаете ли вы снижение потенции?
9. Ощущаете ли вы состояние внутреннего опустошения?
10. Отмечается ли у вас нестабильность температуры тела?
11. Страдаете ли вы аллергическими реакциями?

Вопросы для определения симптомов со стороны нервной системы:

1. Отмечаете ли вы функциональные нарушения нервной системы (чувство тревоги, повышенную возбужденность и т.п.)?
2. Характерны ли для вас неврастенические проявления (раздражительность, агрессивность и т.п.)?
3. Отмечаете ли вы склонность к потливости?
4. Отмечаете ли вы легкое дрожание пальцев?

Вопросы для определения симптомов со стороны систем кровообращения и дыхания:

1. Отмечаете ли вы нарушения сердечного ритма?
2. Отмечаете ли вы нестабильность артериального давления?
3. Бывают ли у вас обморочные состояния?
4. Бывают ли у вас неприятные ощущения, боли в области сердца?
5. Есть ли изменения со стороны ЭКГ?
6. Наблюдается ли изменение частоты дыхания?
7. Отмечается ли у вас одышка, затруднение дыхания?
8. Отмечается ли изменение цвета кожных покровов (покраснение, бледность, цианотичность)?

За каждый положительный ответ ставится 1 балл, за каждый отрицательный — 0 баллов. Если вы набрали:

- ☐ до 8 баллов — у вас слабая метеозависимость;
- ☐ 9–15 баллов — умеренно выраженная метеозависимость;
- ☐ 16–23 балла — сильно выраженная метеозависимость.

На основании полученных данных разрабатывается комплекс адекватных нарушениям состояния здоровья мер первичной профилактики.

ГЛАВА 3. ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

3.1. Мотивационная характеристика темы

Современная экологическая медицина развивается в трех основных направлениях, одно из которых — проблема сохранения здоровья человека, оказавшегося в условиях стремительно изменяющейся среды его обитания. С учетом этого становится важным и очевидным знание и понимание взаимосвязи окружающая среда — организм. Знание механизмов воздействия химических и биологических факторов и механизмов защиты от их неблагоприятного воздействия позволит реализовать комплекс мероприятий по профилактике нарушений репродуктивного здоровья женщин и развития плода.

Цель занятия: изучить химические и биологические факторы риска экологически обусловленной патологии.

Задачи:

- разобрать механизмы воздействия экологических факторов на организм человека;
- усвоить способы защиты от неблагоприятного воздействия факторов внешней среды.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для полного усвоения темы студентам необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- микробиология, вирусология, иммунология — «Экологические факторы как причина модификаций и мутаций и факторов отбора измененных форм микроорганизмов»;
- общая и биоорганическая химия — «Распространение химических элементов в природе. Бионаследственный аппарат клеток человека»;

□ медицинская биология и генетика — «Организм как среда обитания. Биологические и социальные аспекты адаптации населения к условиям жизни».

Вопросы по теме занятия

1. Экологические факторы химической природы. Классификация.

2. Характеристика абиотических и биотических экологических факторов. Механизмы воздействия экологических факторов на человека.

3. Специфические и неспецифические механизмы защиты от неблагоприятного воздействия факторов внешней среды. Экологические факторы и здоровье населения.

4. Эффекторы эндокринной системы: понятие, классификация, свойства, метаболизм и механизм действия.

5. Наследственность и окружающая среда. Роль генетических факторов в возникновении экологически зависимой патологии человека. Значение геномной нестабильности в возникновении заболеваний человека.

3.2. Химические и биологические факторы риска, механизмы их воздействия и способы защиты

Химическое загрязнение окружающей среды представляет опасность не только для ныне живущих людей, но и для будущих поколений за счет токсического влияния на репродуктивную функцию человека. Воздействие химических веществ как на мужской, так и на женский организм на протяжении репродуктивного цикла может сказываться на развитии плода. Токсические вещества окружающей среды нарушают репродуктивную функцию либо непосредственно влияя на зачатие, либо воздействуя на материнский организм и изменяя секрецию гормонов, следовательно, нарушая репродуктивную функцию. Оценить сравнительную распространенность этих эффектов весьма сложно из-за множества факторов, которые приходится учитывать: неполноту сведений о дозе и про-

должительности действия веществ; неизвестность взаимодействия между различными факторами; трудность получения образцов; неточность аналитических методов; большое количество возможных причин, вызывающих аборт; изменчивость индивидуальной чувствительности вследствие разности генотипов. Наибольшего внимания заслуживают те химические агенты, которые оказывают эмбриотропное действие на уровне ПДК или на уровне, приближающемся к ПДК. Тем более что ПДК, разработанные в отношении большинства химических соединений, определены в отношении организма женщины вне беременности. В то же время известно, что беременность существенно изменяет реактивность женского организма и нередко способствует повышению его чувствительности к действию неблагоприятных факторов окружающей среды.

На стадии гистогенеза вредные воздействия приводят к микроскопическим структурным дефектам и возможным функциональным нарушениям плода. Поскольку структурное и функциональное созревание многих систем, таких как иммунологическая, нервная и др., и органов, например печени, почек и других эндокринных органов, продолжается и после рождения, то в настоящее время все большее распространение получает мнение о возможных вредных воздействиях факторов окружающей среды на протяжении младенчества и детства.

Исход беременности после воздействия химических веществ зависит от следующих факторов:

- длительности воздействия;
- срока беременности;
- величины воздействия (количества химических веществ, попавших в организм);
- природы химических веществ.

Не все воздействия приводят к смерти плода или самопроизвольному аборту. Тератогенез ведет к возникновению врожденных пороков развития плода, которые могут быть выявлены, в том числе и внутриутробно. Влияние различных воздействий на репродуктивное здоровье женщины и возможные нарушения в здоровье новорожденного представлены в табл. 3.1.

Возможными последствиями тератогенеза могут быть гибель плода, самопроизвольный аборт, врожденные уродства, замедление роста и функциональные нарушения в органах и системах

плода. При одинаковой продолжительности и величине воздействия конечное проявление вредного влияния на плод в первую очередь связано с индивидуальной чувствительностью и сроком беременности.

Таблица 3.1

**Нарушение репродуктивной функции женщин и развития плода
от воздействия различных агентов**

Агент	Результаты воздействия	Достоверность данных
Газообразные анестетики	Снижение фертильности, СпА, ВрА	+/?
Цитостатики	СпА, ВрА	++
Мышьяк	СпА, НВ	+
Дисульфид углерода	СпА, менструальные нарушения	+/?
Моноксид углерода	СпА, НВ	+
ДДТ	Менструальные нарушения	?
Диоксины	Менструальные нарушения СпА, ВрА	?
Электромагнитные поля	СпА, детская онкология	?/+
Этиленгликоль	СпА	++
Оксид этилена	СпА	+
Свинец	Бесплодие, СпА, недоношенность, неврологические нарушения	++
Ртуть	Менструальные нарушения, СпА, НВ, пороки ЦНС, ДЦП	+/?
Психические стрессы	Недоношенность, НВ, СпА	+/?
Полихлорбифенилы	НВ, гиперпигментация, менструальные нарушения	++/?
Радияция, ионизация	Бесплодие, менструальные нарушения, СпА, ВрА, детская онкология	++
Растворители, органические вещества	Менструальные нарушения, СпА, ВрА	+/?
Табачные дымы	Выкидыш, НВ	+/?
Дисплеи	СпА, ВрА	—

Примечание. СпА — спонтанный аборт; НВ — низкий вес при рождении или снижение веса после; ВрА — врожденные аномалии; ++ — четкая связь; + — связь имеется; ? — четкой связи не установлено; — — нет связи.

Общее количество химического вещества, попадающего к эмбриону или плоду, зависит от следующих факторов: величины дозы; физического состояния вещества; пути воздействия, скорости поглощения вещества материнским организмом; эффективности гомеостатических механизмов, защищающих плод.

Основной функцией гомеостатических механизмов материнского организма является снижение концентрации токсических веществ в крови до минимума. Однако за счет процесса детоксикации эмбрион или плод получает пороговую (допустимую) дозу большинства токсических веществ.

Вместе с тем даже незначительного воздействия, которому подвергся материнский организм, иногда оказывается достаточно для эмбриотоксического или тератогенного эффекта. Вследствие высокой индивидуальной чувствительности эмбриона или плода эмбриотоксический эффект может наблюдаться и при отсутствии симптомов отравления материнского организма тератогенным соединением.

Чувствительность к тератогенам зависит от двух основных факторов: генотипа плода и этапа его развития на момент воздействия. Термин «генотип» применяется к целому уникальному набору генов индивидуума. Вариации генотипа у отдельных людей проявляются в различии их биохимического и морфологического строения. Именно этими различиями объясняется разница в реакции людей на отдельные токсические вещества. Эти различия влияют на поглощение, переработку и удаление токсического вещества материнским организмом, скорость проникновения токсического вещества сквозь плацентарную мембрану и тип взаимодействия между токсическими веществами и тканями плода.

Многочисленные экспериментальные исследования и клинические наблюдения свидетельствуют об эмбриотоксичности марганца, кадмия, ртути, свинца, мышьяка, фтора, сурьмы, алюминия, лития и некоторых других металлов. Наиболее обширные данные имеются о тератогенности ртути и свинца.

Воздействие на эмбрион во время I триместра беременности таких антинеопластических лекарств, как циклофосфамид, доксорубицин и винкристин, приводит к повышению частоты гибели плода. К числу лекарств, эмбриотоксическое и тератогенное действие которых на человека доказано, относятся талидомид, андрогены, аминоптерин, производные варфарина и кумарина. Еще в 1935 г.

были установлены эмбриотоксические свойства бензина, обусловленные его прямым воздействием на плод. У работников, подвергшихся отравлениям парами бензина и бензола, возникали самопроизвольные выкидыши, преждевременные роды и мертворождения. Описаны случаи врожденной гипотрофии у новорожденных, матери которых в течение беременности подвергались воздействию бензола. Аналогичным действием обладают и некоторые гомологи бензола. Заслуживают внимания свойства некоторых фенолов в период органогенеза плода: у плодов наблюдались различные уродства и замедленное окостенение скелета. Тератогенная активность обнаружена и у формальдегида. Длительный производственный контакт с сероуглеродом может сопровождаться гибелью плода в результате внутриутробной интоксикации. Нитросоединения фурана проникают через плацентарный барьер и могут оказывать общетоксическое действие на плод. На Тайване более 2 тыс. человек подвергались воздействию кулинарного жира, загрязненного полихлорированными бифенилами (ПХБ) и дибензолами. У матерей, ранее использовавших такой кулинарный жир, в течение более 6 лет рождались дети с нарушениями со стороны десен, кожи, зубов и легких.

В настоящее время установлено, что более 30 пестицидов обладают эмбриотоксическим действием. В опытах на беременных крысах, предварительно затравленных в течение длительного времени препаратами ДДТ (0,02 мг/кг) и ГХЦГ (0,5 мг/кг), было установлено эмбриотоксическое действие исследованных хлорорганических пестицидов, выразившееся в повышении внутриутробной гибели плодов и снижении жизнеспособности потомства.

Большую настороженность вызывает препарат хлорофос. Наиболее чувствительной к действию хлорофоса является костная система эмбриона. Уже относительно низкие концентрации хлорофоса в воздухе приводили к искривлению позвоночника и неполной оксификации костей конечностей плода. При повышении концентрации появлялись различные аномалии внутренних органов: недоразвитие мозга, расширение сонной артерии, кровоизлияния различной локализации. Особая чувствительность эмбрионов к действию ртутьсодержащих пестицидов отмечена в период органогенеза. Так, тяжелые интоксикации гранозаном приводят к развитию у плода картины менингоэнцефалита с явлениями энцефаломалиции.

Различные по своему характеру экологические загрязнители могут оказывать отрицательное влияние на человека в периоде внутриутробного развития. Тератогенный эффект, являющийся наиболее специфическим последствием прямого действия повреждающего агента на ранний эмбриогенез, встречается относительно редко и только при использовании высоких доз или концентраций химических веществ. Нарушение развития плода для большинства факторов химической природы не имеет специфического характера и зависит от срока развития беременности в момент воздействия повреждающего агента и его концентрации в организме.

Снижение физиологических адаптационных механизмов в период беременности приводит к повышению риска инфицирования. При этом может быть инфицирована не только беременная женщина. Возможна также передача инфекционных агентов новорожденному. Риск инфицирования плода зависит от воздействующего микроорганизма, пути передачи, потенциала прохождения плацентарного барьера, времени воздействия и иммунного статуса матери (или плода). Инфекции, возбудители которых могут проникать через плаценту и непосредственно воздействовать на плод, представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Возбудители инфекций, проникающих через плаценту	
Вирусы	Простейшие
Краснуха	Токсоплазмоз
Цитомегаловирус	Сифилис
Вирус простого герпеса	Листериоз
Вирус ветряной оспы	
Гепатиты В и С	
Папилломавирус	
ВИЧ-1, 2	

Воздействие материнской инфекции на плод проявляется в прямом действии токсинов или микроорганизмов или в опосредованном контакте в результате нарушения функции плаценты или матки. При инфекционном заболевании у женщины во время беременности на эмбрион и плод действуют не только возбудители, но и продукты их распада.

При развитии инфекции на ранних сроках гестации нередко формируются грубые пороки развития плода, несовместимые с жиз-

нюю; беременность часто заканчивается самопроизвольным выкидышем. При инфицировании после 8–12-й недели гестации такие пороки могут не вызвать выкидыша, однако до момента рождения в организме плода происходит ряд изменений, которые могут стать причиной мертворождения, тяжелого заболевания новорожденного или смерти в неонатальном периоде (до 1 мес.). При возникновении инфекции у плода во II и III триместрах беременности могут выявляться как признаки инфекционного поражения отдельных органов плода (гепатит, миокардит, менингит, хориоретинит), так и симптомы генерализованной инфекции.

Исходы влияния инфекций на плод следующие:

- ☐ аборт или мертворождение;
- ☐ врожденные пороки развития;
- ☐ острое заболевание или летальность в неонатальный период;
- ☐ повреждения (очевидные при рождении; поздние проявления);
- ☐ бессимптомная инфекция.

Практическая работа 3

Задание 1. Дайте характеристику экологически опасных химических загрязнителей, разберите их превращения под влиянием различных факторов.

Задание 2. Заполните табл. 3.3, где показана взаимосвязь между неблагоприятными экологическими факторами и болезнями.

Таблица 3.3

Нарушения репродуктивной функции женщин и развития плода от воздействия химических агентов

Элемент	Механизм действия	Эффект воздействия

Задание 3. Заполните табл. 3.4.

Таблица 3.4

Связь клинической патологии с врожденной инфекцией

№ п/п	Клиническая патология	Инфекция
1	Врожденные болезни сердца	Краснуха Эпидемический паротит

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

4.1. Мотивационная характеристика темы

Одной из основных сред обитания человека является атмосфера, которая постоянно, прямо или косвенно воздействует на организм людей. Изменения химического состава и физических свойств атмосферного воздуха приводят к нарушению здоровья людей и различным негативным последствиям в объектах окружающей среды.

Повсеместное загрязнение окружающей среды уничтожает биологические ресурсы — носителя генетического материала. Такие распространенные в последнее время явления, как кислотные осадки, разрушение озонового слоя, парниковый эффект и др., оказывают неблагоприятное влияние не только на природу, но и на здоровье человека. Особую тревогу вызывают болезни, связанные с неблагоприятным воздействием биосферы: заболевания верхних дыхательных путей и аллергии, связанные с поступлением в организм ксенобиотиков.

Врачу обязательно необходимо установление причинно-следственных связей между качеством воздушной среды и состоянием здоровья для обоснования комплекса профилактических мероприятий по сохранению здоровья населения.

Цель занятия: рассмотреть экологические последствия загрязнения атмосферы, показать наличие экологически зависимой заболеваемости населения.

Задачи:

- ☐ научить студентов простым методам анализа загрязняющих веществ в атмосфере;
- ☐ научить давать эколого-гигиеническую оценку степени влияния загрязнений атмосферного воздуха на здоровье населения;
- ☐ осознать важность сохранения благоприятной для жизни среды обитания путем проведения комплекса эколого-гигиенических мероприятий по охране атмосферного воздуха.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для полного усвоения темы студентам необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- ❑ микробиология, вирусология, иммунология — «Экологические среды микроорганизмов. Микрофлора воздуха»;
- ❑ общая химия — «Токсическое действие на организм соединений свинца, ртути, меди. Биогенные элементы как факторы окружающей среды»;
- ❑ медицинская биология и генетика — «Организм как среда обитания. Взаимодействие паразита и хозяина на уровне особи и на уровне популяции»;
- ❑ общая гигиена — «Гигиена атмосферного воздуха. Мероприятия по охране атмосферного воздуха».

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Какую роль играет микрофлора воздуха в распространении инфекционных болезней? Какие заболевания инфекционной и паразитарной природы могут передаваться через воздух?
2. Какова роль биогенных элементов как факторов окружающей среды?
3. Перечислите физические свойства воздуха.
4. Какую роль воздух играет в возникновении неинфекционных заболеваний человека?
5. Какие гигиенические мероприятия по охране атмосферного воздуха вы знаете?

Вопросы по теме занятия

1. Понятие об атмосфере, ее строение и состав.
2. Источники загрязнения атмосферного воздуха.
3. Основные загрязнители атмосферного воздуха и их краткая характеристика.
4. Влияние антропогенной деятельности человека на газовый состав атмосферы.
5. Химические превращения загрязнителей в воздухе и их последствия.

6. Влияние загрязнений атмосферного воздуха на здоровье человека и санитарные условия жизни.

7. Загрязнение и охрана атмосферного воздуха как экологическая проблема в условиях научно-технического прогресса.

4.2. Структура, состав атмосферы и ее эколого-гигиеническое значение

Атмосфера, являясь одной из основных сред обитания человека, оказывает влияние на организм человека как физическое тело (давление, температура, влажность, скорость движения воздуха, электрическое состояние), а также своим химическим составом. Человек без пищи может жить до 70 дней, без воды — 3–7 дней, а без воздуха — лишь минуты.

Атмосфера постоянно воздействует на человека, и в то же время сама изменяется под его влиянием. Эти изменения, в свою очередь, могут влиять на здоровье человека. По мнению известного гигиениста Ф.Ф. Эрисмана, воздух — самая общая среда из всех, с которыми человек приходит в соприкосновение. Изменение химического состава, физических свойств воздуха легко может нарушить гармонию в нашем организме, называемую здоровьем.

Атмосфера — газовая оболочка Земли. Ее масса — около $5,9 \times 10^{15}$ т. Она имеет сложное строение и состоит из нескольких сфер, между которыми располагаются переходные слои — паузы.

Наиболее плотный слой воздуха, прилегающий к земной поверхности, носит название *тропосферы*. Выше тропосферы находится *стратосфера*. В стратосфере под воздействием космического излучения и коротковолновой части ультрафиолетового излучения Солнца молекулы воздуха ионизируются, в результате чего образуется озон. Озоновый слой находится на высоте 25–40 км.

Дальше идут *мезосфера* и *термосфера*, где газы очень разрежены, температура достигает 200 °С на высоте 150 км.

Гигиеническое значение атмосферы вообще и воздуха в частности заключается, прежде всего, в обеспечении кислородом. Кроме того, изменения физических и химических свойств воздуха могут оказывать отрицательное воздействие на организм. И наконец, воздух может быть носителем токсического и инфекционного начала.

Известно, что поверхность легочных альвеол составляют более 100 м², а более 95 % всех профессиональных отравлений — ингаляционные.

В связи с этим основные проблемы экологической медицины — условия обеспеченности населения воздухом, его качество и возможности улучшения.

Качество воздуха — совокупность свойств, определяющих существование человека в воздушной среде как среде обитания. Этими свойствами являются химический состав, температура, давление, скорость движения, электрическое состояние и ионизация.

Химический состав и физические свойства воздуха должны обеспечивать существование человека без напряжения его компенсаторных физиологических механизмов и, тем более, без патологических сдвигов в состоянии здоровья.

Физические свойства и качество воздуха могут изменяться от высоты над уровнем моря, а также интенсивности хозяйственной и промышленной деятельности людей.

4.3. Источники загрязнения атмосферы

Существуют два главных источника загрязнения атмосферы: естественный и антропогенный.

К *естественному* относится космическая пыль, образующаяся из остатков сгоревших метеоритов при их прохождении в атмосфере. Ежегодно на Землю ее выпадает 2–5 млн т. Природная пыль является постоянной составной частью земной атмосферы, имеющей органическое и неорганическое происхождение.

Атмосферная пыль способствует конденсации водяных паров, а следовательно, образованию осадков. Кроме того, она поглощает прямую солнечную радиацию и защищает организм от солнечного излучения. Академик В.И. Вернадский отмечал, что атмосферная пыль играет огромную роль в химии планеты.

Биологическое разложение веществ на Земле, в том числе жизнедеятельность почвенных бактерий, ведет к образованию и вынесению в атмосферу больших количеств сероводорода, аммиака, углеводов, оксидов азота, оксида и диоксида углерода.

Как правило, естественное загрязнение не угрожает отрицательными последствиями для биогеоценозов и обитающих в них живых организмов, хотя кратковременные последствия возможны.

Источниками *антропогенного* поступления в атмосферу примесей являются теплоэнергетика, промышленность, нефте- и газопереработка, транспорт, испытания термоядерного оружия.

Каждый из этих источников (и каждая отрасль производства) связан с выделением специфических примесей, состав которых насчитывает десятки тысяч веществ, а выявление и идентификация иногда затруднительны. Однако обычные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу в большом количестве, называются многотоннажными, поскольку они немногочисленны. Наиболее распространенные выбросы промышленности — зола, пыль, оксид и диоксид азота, аммиак, диоксид и триоксид серы, сероводород, меркаптан, альдегиды, углеводороды, смолы, оксид и диоксид углерода, фтороводород, радиоактивные газы, аэрозоли.

Наибольшее количество загрязняющих атмосферу веществ выбрасывается с выхлопными газами автомобилей, особенно бензиновыми двигателями. Каждая машина с бензиновым двигателем за пройденные 15 тыс. км потребляет 4350 кг кислорода, а выбрасывает 3250 кг диоксида углерода, 350 кг оксида углерода, 93 кг углеводородов, 27 кг оксидов азота.

Тепловые электростанции выделяют в атмосферу газы, содержащие оксиды серы и азота, золу, металлы; предприятия черной металлургии — газы, включающие пыль, оксиды серы и металлов.

На одну тонну передельного чугуна приходится 4,5 кг пыли, 2,7 кг оксида серы, 0,1–0,5 кг марганца, а также соединения мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, ртути, смолистые вещества.

Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха приходится на долю оксидов углерода, соединений серы и азота, углеводородов и промышленной пыли. За год в атмосферу Земли выбрасывается около 200 млн т CO, более 20 млрд т CO₂, 150 млн т SO₂, 53 млн т SO, свыше 250 млн т пыли, 120 млн т золы, более 50 млн т различных углеводородов.

Прогрессирующее насыщение биосферы тяжелыми металлами — одно из наиболее существенных глобальных последствий научно-технической революции. Подсчитано, что за всю историю человеческого общества выплавлено около 20 млрд т железа. Коли-

чество железа в составе сооружений, машин, оборудования и т.д. сейчас исчисляется приблизительно в 6 млрд т. Следовательно, примерно 14 млрд т этого металла рассеяно в окружающей среде, однако других металлов в атмосферу попадает еще больше. Например, рассеивание ртути и свинца составляет 80–90 % от годового производства. При сжигании угля с золой и отходящими газами некоторых элементов в окружающую среду поступает больше, чем добывается из недр: магния — в 1,5 раза, молибдена — в 3, мышьяка — в 7, урана, титана — в 10, алюминия — в 15, ртути — в 50, германия — в тысячи раз.

4.4. Химические превращения веществ в атмосфере

Загрязняющие атмосферу вещества подразделяют на первичные и вторичные. *Первичные* — это те, которые содержатся непосредственно в выбросах предприятий и поступают с ними от различных источников, а *вторичные* являются продуктами трансформации первичных (так называемого вторичного синтеза), причем эти продукты во многих случаях более опасны, чем первичные вещества.

Поступившие в атмосферу химические соединения подвергаются самым разнообразным превращениям в результате реакций между собой, с уже содержащимися в воздухе веществами, включая пары воды, а также под воздействием солнечных лучей.

Наиболее значимы превращения под действием солнечного излучения. Для атмосферной фотохимии наибольший интерес представляют явления фотохимической диссоциации электронно-возбужденных молекул, в результате которых возникают нежелательные соединения, в том числе служащие основой фотохимического смога.

Химические превращения в тропосфере и стратосфере инициируются главным образом продуктами фотолиза таких молекул, как O_3 , O_2 , H_2O , N_2O , NO_2 . Важнейшим компонентом, определяющим химию стратосферы, является озон. Кроме того, в атмосфере присутствуют пять основных азотсодержащих газов: N_2 , NH_3 , NO , N_2O , NO_2 . В конденсированной фазе азот присутствует в форме

иона аммония и нитратного иона. В атмосфере городов наблюдается значительное количество органических нитратов.

Оксиды азота антропогенного происхождения в большинстве случаев попадают в атмосферу в виде NO. Цикл соединений азота в тропосфере дополняется образованием азотной кислоты, которая, в свою очередь, может реагировать с ионами металлов, образуя нитраты.

Атомарный кислород и озон способны вступать в соединения с различными органическими веществами, в результате чего получаются радикалы. Присутствие свободных радикалов приводит к образованию смога. Основные продукты этих фотохимических реакций — альдегиды, кетоны, CO, CO₂, органические нитраты и оксиданты.

4.5. Физические и экологические последствия загрязнения атмосферы

В связи с загрязнением атмосферы возникают проблемы, связанные со снижением ее прозрачности и уменьшением видимости, появлением неприятных запахов и запыленностью. Загрязнение воздуха создает угрозу здоровью человека и нормальному функционированию экологических систем.

Энергетический баланс планеты меняется вследствие изменения альбедо (отражательная способность) земной поверхности, прозрачности атмосферы и выделения в нее большого количества теплоты. Альбедо изменяется при культивировании растительности определенного характера, а также при орошении или осушении поверхности Земли.

Запыленность атмосферы оказывает влияние на отражательную способность Земли. Гигиенический стандарт атмосферы допускает суммарную запыленность в 1,5 т/га, а в отдельных промышленных районах она достигает 60 т/га. Запыленность атмосферы способствует увеличению количества отраженного солнечного излучения и уменьшению количества излучения, достигающего Земли, что приводит к похолоданию. В то же время пыль, попадающая на поверхность ледников, поглощает солнечную энергию, способствуя их таянию.

Основную роль в изменении прозрачности воздуха играет накопление в атмосфере диоксида углерода. Ежегодно количество CO_2 в атмосфере возрастает на 0,4 % от общего его содержания. В настоящее время объемная доля CO_2 в атмосфере составляет 0,035 %. Считают, что содержание CO_2 в атмосфере будет удваиваться каждые 23 года. Диоксид углерода поглощает инфракрасное (тепловое) излучение, что при определенной концентрации может привести к глобальному повышению температуры.

Количество озона в атмосфере невелико (2×10^6 % по объему), но он играет важную роль в предохранении земной поверхности от ультрафиолетовой части солнечного спектра. Разрушение озонового слоя происходит в результате окисления различных веществ, в том числе продуктов сгорания топлива самолетов и ракет. Это грозит увеличением дозы ультрафиолетового излучения, достигающего земной поверхности. По некоторым данным, разрушение озонового слоя на 50 % повлечет за собой увеличение дозы ультрафиолетового облучения в 10 раз.

Процесс истощения озонового слоя наблюдается с начала 70-х гг. прошлого века. В последнее время он получил название «озоновых дыр». Если сконцентрировать весь озон в условно-сплошном слое, то его толщина не превысит 3 мм.

Исследование причин сокращения содержания озона в атмосфере показало, что главная из них — высокая концентрация в атмосфере монооксида хлора (ClO), причем наблюдается четкая корреляция между содержанием ClO и снижением содержания O_3 .

Основным источником хлора в атмосфере считаются фреоны — фтор и фторхлоруглеводороды, например фреон 12, широко используемый в качестве холодильных агентов.

Наиболее острой является проблема загрязнения атмосферы серосодержащими веществами. Диоксид серы оказывает вредное действие на растения. Поступая внутрь листа при дыхании, SO_2 угнетает жизнедеятельность клеток. При этом листья растений сначала покрываются бурыми пятнами, а потом засыхают.

Диоксид серы и другие ее соединения раздражают слизистую оболочку глаз и дыхательные пути. Продолжительное действие малых концентраций SO_2 ведет к возникновению хронического гастрита, гепатопатии, бронхита, ларингита и др. болезней. Есть

сведения о связи между содержанием SO_2 в воздухе и уровнем смертности от рака легкого.

Переносу SO_2 на дальние расстояния и его рассеиванию в верхних слоях тропосферы способствует строительство высоких дымовых труб, что снижает локальное загрязнение атмосферы. В результате такого приема, рассчитанного на естественное самоочищение воздуха за счет рассеивания, увеличивается время пребывания серо-содержащих соединений в воздухе, следовательно, увеличивается степень их превращения в серную кислоту и сульфаты. Диоксид серы (в сочетании с водяным туманом) является главным компонентом сернистого смога, который иногда называют смогом лондонского типа, поскольку впервые от него сильно пострадали в 1952 г. жители этого города.

Существенный ущерб качеству воды и почвы наносят так называемые кислотные осадки (дождь и снег). В результате сгорания угля, нефти, газа большая часть содержащейся в них серы превращается в диоксид серы, а атмосферный азот реагирует с кислородом, образуя оксиды азота, далее в результате соединения с атмосферной влагой эти оксиды образуют серную и азотную кислоты, выпадающие с осадками.

Кислотность обычной дождевой воды равна 5,6. Известны случаи, когда кислотность осадков достигала 2,3 (кислотность сока лимона). Такие осадки отрицательно воздействуют на хвою и листву деревьев, на зеленый ассимиляционный аппарат травянистых растений, приводят к закислению воды, подавляющему популяции многих водных организмов, а также вызывающему закисление почв.

Ежегодно с осадками выпадают миллионы тонн кислот, что ведет к радикальному изменению химии природной среды.

4.6. Качество атмосферного воздуха и здоровье населения

Атмосферные выбросы могут так изменять химический состав воздуха, что возникает реальная опасность для здоровья людей. Эта опасность определяется следующими факторами.

1. Большие и все более растущие возможности загрязнения воздуха. По мнению ученых, потенциальная угроза от токсических

отходов стоит для цивилизации на втором месте после угрозы ядерной войны. В среднем в развитых странах годовой ущерб от загрязнения воздуха составляет примерно от 15 до 150 долларов на 1 человека.

2. Разнообразие загрязнений. Считается, что здоровье человека, живущего в промышленном районе, находится под угрозой воздействия нескольких сотен тысяч химических веществ. Это может вести к потенцированному действию, которое суммируется.

3. Необычность для человеческого организма. Человек формировался в неизменной воздушной среде, лишь последние сотни лет он поставлен в иные условия. Химически создаются вещества, с которыми он никогда не сталкивался и перед которыми беззащитен.

4. Возможность массированного поступления вредных веществ. Даже при концентрации 1 мг/л в организм может попасть огромное количество токсиканта (в покое в сутки вдыхается 12 000 л воздуха, т.е. 12 г вещества), 80 % профессиональных отравлений и 60 % инфекционных заболеваний возникает аэрогенно.

5. Широкий и непосредственный доступ загрязнений во внутреннюю среду организма, отсутствие детоксикационного барьера. Легкие имеют поверхность около 100 м², воздух входит почти в непосредственный контакт с кровью и в крови растворяется почти все, что есть в воздухе. Из легких кровь по большому кругу кровообращения попадает в ЦНС и другие органы, минуя такой барьер, как печень. Установлено, что яд, поступивший через легкие, действует в 80–100 раз сильнее, чем поступивший через желудочно-кишечный тракт.

6. Трудность защиты и почти неотвратимость действия. Нельзя перестать дышать. От потребления недоброкачественной воды и пищи можно воздержаться, от воздуха, как отмечалось выше, — нет. Загрязнение воздуха действует универсально — на все группы населения, в том числе и на детей, больных и стариков, притом круглосуточно.

7. Медленное, незаметное, но постоянное действие атмосферных загрязнений на человека. Это ведет к недооценке опасности, люди плохо и с опозданием принимают меры по защите воздуха, санитарное законодательство по охране атмосферного воздуха

в большинстве стран мира отстает от законодательства по охране воды и пищи.

В настоящее время твердо установлено, что повышенное содержание в атмосферном воздухе некоторых газов и аэрозолей в определенных условиях может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Возможны следующие виды действия атмосферных загрязнений на организм: острые и хронические отравления, метатоксическое и промоторное действие.

Наиболее неблагоприятные острые эффекты воздействия атмосферного загрязнения на состояние здоровья населения проявляются в повышении смертности, нередко сопровождающие даже кратковременное повышение уровня такого загрязнения. Наиболее выраженный эффект наблюдается в отношении смертности от респираторной патологии. Эколого-эпидемиологический анализ позволяет установить связь между повышениями концентраций загрязнителей атмосферы и частотой госпитализации больных по поводу респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний.

Типичным примером острого действия атмосферных загрязнений являются токсические туманы. Хроническое действие может быть специфическое и неспецифическое. *Хроническое специфическое действие* вызывают такие загрязнители, как фтор, бериллий, соединения свинца, мышьяка и др. Загрязнители атмосферного воздуха играют роль в развитии отдаленных последствий, таких как канцерогенное, эмбриотропное, тератогенное, гонадотоксическое и мутагенное. *Хроническое неспецифическое действие* выражается в ослаблении защитных сил, ухудшении физического развития детей, увеличении общей заболеваемости.

Во время токсического тумана (смога) резко увеличивается загрязнение воздуха сажей и сернистыми соединениями. Смог особенно легко возникает при температурной инверсии, которая наступает в ясные дни в результате остывания земли за счет излучения. Вследствие температурной инверсии все загрязнения стелются по земле, особенно в безветренную погоду. Во время смога особенно сильно страдают и чаще всего погибают люди с хроническими респираторными и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Хронические отравления встречаются значительно чаще, но они плохо регистрируются. ВОЗ рекомендует обращать внимание на метатоксическое действие, особенно при учете заболеваемости

хроническим бронхитом, что является чувствительным показателем загрязнения воздуха. Хронические заболевания дыхательных путей становятся одной из главных причин смертности в США. Смертность от эмфиземы легких и хронического бронхита за 10 лет возросла более чем в 4 раза.

При обследовании состояния здоровья населения, подвергающегося воздействию загрязненного воздуха, значительные изменения отмечаются у детей. Количество заболеваний верхних дыхательных путей у детей, проживающих в зоне влияния выбросов металлургических заводов, в 2 раза больше, чем у детей контрольного (чистого) района. У многих детей, проживающих вблизи завода, были обнаружены атрофические поражения слизистой оболочки носа и воспалительные процессы в носоглотке, они отставали в физическом развитии. Рентгенологически у детей загрязненного района при обследовании обнаружены пресиликотические изменения в легких.

Исследование состояния здоровья детей часто проводят для того, чтобы исключить влияние курения и профессиональных вредностей. Как правило, такие исследования показывают, что дети, живущие и посещающие школу в районах с загрязненным воздухом, имеют худшую легочную функцию и более часто и серьезно страдают от инфекционных респираторных заболеваний, чем дети, живущие в районах с более чистым воздухом.

Что касается промоторного действия, то в настоящее время с атмосферными загрязнениями связывают заболеваемость злокачественными новообразованиями, особенно легких. Опасность повышения заболеваемости раком верхних дыхательных путей подтверждается прямыми опытами на животных, свидетельствующими о канцерогенных и коканцерогенных свойствах выхлопных газов автомобильных двигателей, табачного дыма, фенола и других соединений. Особенно сильным канцерогеном является бензапирен.

Многие из искусственно созданных людьми веществ обладают не только канцерогенными, но и мутагенными и (или) тератогенными свойствами. Они способны изменять генетический или наследственный материал клеток и таким образом вызывать мутацию или же путем вмешательства в нормальное развитие эмбриона приводить к появлению врожденных уродств, т.е. оказывать тератогенный эффект. Наконец, ряд веществ, содержащихся в атмосферном

воздухе, например O_3 , обладает радиомиметическим действием, сходным с действием ионизирующих излучений. В опытах на животных радиомиметическое действие O_3 проявляется в преждевременном старении животных, а также в увеличении числа случаев развития заболеваний легких.

Мероприятия по борьбе с загрязнением атмосферы можно разделить на группы: планировочные, научные, технические и законодательные. В той или иной степени они предусматриваются во всех странах мира, однако эффект часто далек от желаемого вследствие различных причин, касающихся специфики того или иного государства.

Практическая работа 4

Определите количество антропогенных загрязнений, попадающих в окружающую среду в результате работы автотранспорта.

Выберите участок автотрассы вблизи учебного заведения длиной 0,5–1,0 км, имеющий хороший обзор. Измерьте длину участка L (в м), предварительно определив длину своего шага. Определите число единиц автотранспорта, проходящего по участку в течение 20 мин, 1 ч. Заполните табл. 4.1.

Таблица 4.1

Учетная таблица

Тип автотранспорта	Всего за 20 мин	Всего за 1 ч (N_j)	Общий путь за 1 ч (L_j), км
Легковые автомобили			
Грузовые автомобили			
Автобусы			
Дизельные грузовые автомобили			

Рассчитайте общий путь (L_j , км), пройденный выявленным числом автомобилей каждого типа за 1 ч:

$$L_j = L \cdot N_j,$$

где j — обозначение типа автотранспорта; L — длина участка, км; N_j — число автомобилей каждого типа за 1 ч.

Количество выбросов вредных веществ оценивается расчетным путем. Исходные данные следующие:

- число единиц автотранспорта, проезжающего по выделенному участку в единицу времени;
- нормы расхода топлива автотранспортом при движении в условиях города (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Нормы расхода топлива

Тип автотранспорта	Средние нормы расхода топлива, л на 100 км	Удельный расход топлива (Y_j), л на 1 км
Легковые автомобили	11–13	0,11–0,13
Грузовые автомобили	29–33	0,29–0,33
Автобусы	41–44	0,41–0,44
Дизельные грузовые автомобили	31–34	0,31–0,34

Рассчитайте количество топлива (Q_j , л) разного вида, сжигаемого двигателями автомашин:

$$Q_j = L_j \cdot Y_j,$$

где Y_j — удельный расход топлива, л на 1 км.

Определите общее количество сожженного топлива каждого вида (EQ) и занесите результаты в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Расход топлива

Тип автотранспорта	N_j	Количество топлива (Q_j), л	
		Бензин	Дизельное топливо
Легковые автомобили			
Грузовые автомобили			
Автобусы			
Дизельные грузовые автомобили			
Всего, EQ			

Значения эмпирических коэффициентов (K), определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида топлива, приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Коэффициенты выброса

Вид топлива	Коэффициент K		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Коэффициент K численно равен количеству вредных выбросов соответствующего компонента при сгорании в двигателе автомашины количества топлива, равного удельному расходу (л/км).

Рассчитайте объем выделившихся вредных веществ в литрах (л) при нормальных условиях по каждому виду топлива:

$$V = EQ \cdot K.$$

(Значение K см. в табл. 4.4 для каждого вида вредных веществ.)

Рассчитайте общий объем вредных веществ в литрах (л), занесите результаты в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Объем выбросов

Вид топлива	EQ	Объем вредного вещества, л		
		Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин				
Дизельное топливо				
Всего, л				

Рассчитайте массу выделившихся вредных веществ (m , г):

$$m = \frac{VM}{22,4},$$

где M — молекулярная масса.

Рассчитайте количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ для обеспечения безопасных условий окружающей среды:

$$V_{\text{разб}} = \frac{m}{\text{ПДК}} \cdot 1000.$$

Заполните табл. 4.6.

Таблица 4.6

Количество воздуха, необходимое для разбавления загрязнителей

Вид вредного вещества	Объем (V), л	Масса (m) выделившихся вредных веществ, г	Значение ПДК, мг/м ³	Объем воздуха для разбавления ($V_{\text{разб}}$), м ³
Угарный газ				
Углеводороды				
Диоксид азота				

Вывод: суммарное количество чистого воздуха, необходимое для разбавления выделившихся вредных веществ, ... м³.

Можно рассчитать доступное количество воздуха для разбавления выделившихся вредных веществ (м³), учитывая собственный рост (например, 1,85 м), ширину дороги (например, при 4-полосной дороге и двух тротуарах $4 \cdot 2,75 \text{ м} + 2 \cdot 3 \text{ м} = 17 \text{ м}$) и протяженность исследуемого участка (1500 м). Сравнивая полученный результат доступного количества воздуха с расчетным количеством необходимого для разбавления вредных веществ, можно сделать вывод об антропогенной нагрузке на здоровье населения, проживающего на территории, прилегающей к исследуемому участку улицы.

Лабораторная работа 2

Задание 1. Оцените суммарное загрязнение воздуха в пункте А города С. по уровню среднегодовых концентраций семи веществ:

□ углерода окиси — 5,0 мг/м³; ангидрида сернистого — 6,0 мг/м³; взвешенных веществ — 0,5 мг/м³; азота двуокиси — 4,0 мг/м³; ангидрида фосфорного — 2,4 мг/м³; сероводорода — 0,016 мг/м³; сероуглерода — 0,076 мг/м³.

Задание 2. Оцените суммарное загрязнение воздуха в пункте А города С. по уровню среднегодовых концентраций семи веществ:

□ углерода окиси — 7,0 мг/м³; ангидрида сернистого — 0,7 мг/м³; взвешенных веществ — 0,9 мг/м³; азота двуокиси — 4,2 мг/м³; ангидрида фосфорного — 2,4 мг/м³; сероводорода — 0,016 мг/м³; фенола — 0,05 мг/м³.

Задание 3. Оцените суммарное загрязнение воздуха в пункте А города С. по уровню среднегодовых концентраций семи веществ:

□ углерода окиси — $5,0 \text{ мг/м}^3$; ангидрида сернистого — $1,4 \text{ мг/м}^3$; взвешенных веществ — $1,5 \text{ мг/м}^3$; азота двуокиси — $2,0 \text{ мг/м}^3$; ангидрида фосфорного — $2,2 \text{ мг/м}^3$; сероводорода — $0,02 \text{ мг/м}^3$; формальдегида — $0,09 \text{ мг/м}^3$.

Задание 4. Оцените суммарное загрязнение воздуха в пункте А города Н. по уровню среднегодовых концентраций пятью веществами (табл. 4.7).

Таблица 4.7

**Определение суммарного показателя загрязнения
атмосферного воздуха**

Вещество	Класс опасности	ПДК, мг/м^3	Среднегодовая концентрация, мг/м^3	Кратность превышения	
				фактическая	приведенная к 3-му классу опасности
Углерода окись	4	3,0	5,0		
Ангидрид сернистый	3	0,06	0,4		
Взвешенные вещества	3	0,15	0,4		
Азота двуокись	2	0,04	0,2		
Сероуглерод	2	0,03	0,08		

Алгоритм решения задач по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха

Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких вредных химических веществ в нем проводится по величине суммарного показателя загрязнения «Р», учитывающего кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере. Показатель «Р» учитывает характер комбинированного действия вредных веществ по типу неполной суммы.

Следует иметь в виду, что показатель «Р» является условным вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного

действия в большинстве случаев остается пока неизвестным, и такое количественное его выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию. Расчет комплексного показателя «Р» проводится по формуле

$$P_I = \sqrt[n]{\sum K_i},$$

где P_I — суммарный показатель загрязнения, $I = 1$; K_i — «нормированные» по ПДК веществ 1, 2, 4-го классов опасности, «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности.

Современный алгоритм расчета комплексного показателя загрязнения атмосферного воздуха использует для «приведения» нормированных по ПДК_{СС} веществ разных классов опасности к таковым 3-го класса опасности следующие коэффициенты изоэффективности: 1-й класс — 2,0; 2-й класс — 1,5; 3-й класс — 1,0; 4-й класс — 0,8.

При расчете «Р» используются фактические концентрации и ПДК одинаковых периодов осреднения. При этом показатель «Р» имеет такую же временную характеристику. Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха приведен в табл. 4.8.

Таблица 4.8

Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха «Р» по среднегодовым концентрациям

Вещество	Класс опасности	ПДК _{СС} , мг/м ³	Среднее содержание, мг/м ³	Кратность превышения ПДК _{СС}	
				фактическая	приведенная к 3-му классу опасности
Пыль	3	0,15	0,4	2,76	2,76
Диоксид серы	3	0,2	0,14	0,7	0,7
Оксид углерода	4	3,0	2,0	0,67	0,5
Диоксид азота	2	0,1	0,1	1,0	1,5
Оксид азота	3	0,06	0,08	1,33	1,33
Сероводород	2	0,008	0,01	1,25	1,87
Сероуглерод	2	0,005	0,01	2,0	3,0
Фенол	2	0,003	0,006	2,0	3,0
Формальдегид	2	0,003	0,014	4,66	6,99

Составляется список вредных веществ, определяемых на данной территории, указываются класс опасности каждого вещества, среднегодовая концентрация (мг/м^3), устанавливается кратность превышения $\text{ПДК}_{\text{СС}}$, затем с помощью коэффициентов изоэффективности превышения $\text{ПДК}_{\text{СС}}$ веществ разных классов опасности «приводятся» к превышениям $\text{ПДК}_{\text{СС}}$ веществ 3-го класса опасности.

В заключение вычисляется суммарный показатель загрязнения «Р» и по оценочной табл. 4.9 устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и величины комплексного показателя загрязнения «Р».

Таблица 4.9

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха

Степень загрязнения	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2–3	4–9	10–20	20 и более
I — допустимая	До 1,0	До 1,9	До 3,1	До 4,4
II — слабая	1,1–2,0	2,0–3,0	3,2–4,0	4,5–5,0
III — умеренная	2,1–4,0	3,1–6,0	4,1–8,0	5,1–10,0
IV — сильная	4,1–8,0	6,1–12,0	8,1–16,0	10,1–20,0
V — опасная	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II–V степени возникновение негативных эффектов возрастает с увеличением степени загрязнения атмосферы.

ГЛАВА 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГИДРОСФЕРЫ

5.1. Мотивационная характеристика темы

Знание ранних признаков токсического действия основных веществ, загрязняющих гидросферу, необходимо для целенаправленного выявления и устранения источников загрязнения гидросферы и профилактики неблагоприятных последствий воздействия ксенобиотиков на организм человека.

Острой проблемой современности стало загрязнение пресных вод. Рост численности населения и прогрессивное развитие различных отраслей промышленности ведут к нарастающим масштабам загрязнения рек, озер и других водоемов. Многие из веществ, входящих в состав сточных вод, токсичны для человека и живых организмов.

Цель занятия: усвоить причинно-следственные связи между состоянием гидросферы, качеством питьевой воды и развитием патологии у человека.

Задачи:

- усвоить экологические и медицинские последствия загрязнения гидросферы;
- усвоить особенности действия загрязнителей, поступающих с водой, на детский организм и организм взрослого человека;
- научиться оценивать канцерогенный риск для здоровья населения при употреблении питьевой воды, содержащей вещества с канцерогенным действием.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для полного усвоения темы студентам необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- общая и биоорганическая химия — «Химические вещества, загрязняющие воду; методы качественного и количественного определения; этапы минерализации органических веществ; свойства окислителей»;

□ нормальная физиология человека — «Основные физиологические функции воды, роль в обеспечении жизнедеятельности организма, водно-солевой обмен»;

□ микробиология, вирусология, иммунология — «Вода — среда обитания микроорганизмов, источники контаминации; санитарно-микробиологические методы исследования воды».

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Гидросфера: определение понятия, состав.
2. Влияние деятельности человека на состояние гидросферы.
3. Понятия: «тяжелые металлы», «микро- и макроэлементы», «удобрения», пестициды.
4. Источники поступления тяжелых металлов в питьевую воду.
5. От чего зависит растворимость металлов в воде?

Вопросы по теме занятия

1. Происхождение и функции воды на Земле. Общая характеристика и разновидности гидросистем.
2. Факторы и источники естественного и антропогенного загрязнения гидросферы.
3. Эвтрофикация водоемов: понятие, причины развития, последствия.
4. Экологическая оценка состояния водных ресурсов Республики Беларусь. Заболевания, связанные с загрязнением воды живыми организмами.
5. Характеристика и особенности действия ксенобиотиков, поступающих в организм человека с водой, в том числе особенности нейротоксичности и нефротоксичности.
6. Характеристика основных ксенобиотиков, содержащихся в воде: свинец, кадмий, фтор, хлор, летучие органические соединения (ЛОС). Специфические ранние признаки их воздействия на организм человека.
7. Заболевания, связанные с потреблением химически загрязненной воды. Основные способы снижения содержания ксенобиотиков в питьевой воде.
8. Экологически зависимая заболеваемость населения. Критерии качества питьевой воды.

5.2. Общая характеристика гидрозкосистем, факторы и источники загрязнения

Под *гидросферой* понимается совокупность всех водных объектов земного шара, включающая океаны, моря, реки, озера, водохранилища, болота, подземные воды, ледники, снежный покров и каменно-жидкую воду, входящую в состав атмосферы. В общем виде принято деление гидросферы на Мировой океан, континентальные и подземные воды.

Общий объем водных запасов на планете — 1,4 млрд км³. Из всего этого объема 91–92 % — соленая морская вода, в которой содержится примерно одна чайная ложка соли на стакан воды. Лед, содержащийся на полюсах и в горах, составляет еще 2,2 %. Пресная вода рек, озер, подземных водоносных горизонтов — это всего лишь 0,6 %, остальное — пары воды в атмосфере.

Вода служит не только для удовлетворения экологических, физиологических и санитарно-гигиенических потребностей людей, но в равной степени необходима для животноводства, сельского хозяйства, различных отраслей промышленности, энергетики, сферы обслуживания, транспортных связей, что, в свою очередь, влияет на качество воды.

Человек выпивает за свою жизнь до 75 т воды. По оценке ВОЗ до 80 % болезней так или иначе связано с водой. Эпидемии и пандемии инфекционных заболеваний, распространяющихся водным путем, с особой силой свирепствовали в прошлом, но и в настоящем миллионы людей страдают и умирают от болезней, связанных с водой: малярии, холеры, брюшного тифа, вирусного гепатита, шистосомозов, филяриатозов и др. Большой ущерб здоровью населения причиняют нарушения различных гидротехнических сооружений, в том числе водопроводов. Например, по этой причине 20,4 % смертей, зарегистрированных в Японии в течение 10 лет после окончания Второй мировой войны, были вызваны инфекциями, распространяющимися водным путем, а в 1956 г. в Дели (Индия) в результате загрязнения системы питьевого водоснабжения возникла вспышка гепатита А, поразившая более 50 тыс. человек. По одной из гипотез в числе причин, способствовавших падению Римской

империи, было отравление населения свинцом, источником которого служили водопроводные трубы и сосуды для питьевой воды и вина, содержащие его.

Поскольку основная масса воды сосредоточена в водоемах океанического типа, свойства водной среды обычно рассматривают на примере Мирового океана. Океан занимает 71 % поверхности Земли, тогда как на внутренние водоемы приходится лишь около 5 %.

Континентальные водоемы сохраняют наиболее принципиальные свойства водной среды, отличаясь от системы Мирового океана меньшими глубинами и большим диапазоном солености. По характеру подвижности водных масс различают водоемы стоячие и текучие (проточные). Стоячие водоемы (озера, пруды) подразделяются на пресные и соленые; при этом многие континентальные водоемы по солености превосходят океанические воды.

Подземные водоисточники пропитывают толщу земной коры примерно до глубины 13–14 км. Характерные особенности подземных вод:

- ❑ тесный контакт с почвой и породами земной коры;
- ❑ послойные расположения водных горизонтов, разделенных водонепроницаемыми пластами твердых пород;
- ❑ слабая связь с атмосферой (слабое аэрирование);
- ❑ слабое развитие биологических процессов и бедность форм жизни;
- ❑ нахождение в условиях повышенной температуры и давления.

Подземные воды чаще бывают доброкачественными. Располагаясь на различной глубине, они имеют более стабильный состав, содержат больше веществ, полезных для организма человека (кальций, йод, фтор), меньше загрязняются нечистотами, микроорганизмами.

Наиболее надежными с экологической и гигиенической точки зрения являются межпластовые напорные воды. Их толщина может быть от 14 м до 36 м. В отличие от грунтовых вод они более минерализованы и, как правило, свободны от микроорганизмов.

Основными проблемами, связанными с гидросферой планеты, являются условия обеспеченности населения водой, ее качество и возможности улучшения качества воды. Водные ресурсы — самый уязвимый компонент в отношении антропогенного влияния на окружающую среду. Около 2/3 поверхностных вод в СНГ не отвечает

нормативным требованиям. Наибольшая угроза — это ухудшающееся качество природных вод.

Основные источники загрязнения: сточные воды промышленных, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных предприятий, атмосферные осадки, лесосплав и поверхностный сток загрязняющих веществ с сельскохозяйственных и селитебных территорий (этот неконтролируемый площадной сток вносит до 50 % общего объема загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты).

По объему сбрасываемых сточных вод отрасли промышленности ранжируются следующим образом:

- 1) химическая и нефтехимическая промышленность;
- 2) лесобумажная промышленность;
- 3) энергетика;
- 4) промышленность строительных материалов;
- 5) машиностроение;
- 6) черная металлургия;
- 7) цветная металлургия.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами являются сульфаты, хлориды, азот аммонийный, азот общий, нитраты, фосфор общий, нефтепродукты, фенол, легкоокисляемые органические вещества, соединения железа, меди, цинка, синтетические поверхностно-активные вещества, специфические органические вещества (лигнин, лигносульфонаты, метилмеркаптан, анилин, хлорорганические пестициды).

Имеется ряд химических соединений, таких как удобрения, попавшие с полей в водоемы, фосфаты, которые содержатся в ряде моющих средств, стиральных порошков и др. Эти компоненты — источник биогенных элементов, насыщающих воду, что приводит к повышению биологической продуктивности (явление эвтрофикации) водоемов. Последующее развитие синезеленых водорослей сопровождается смещением экологического равновесия и постепенным его заболачиванием, т.е. гибелью.

5.3. Экологическая оценка состояния водных ресурсов в Республике Беларусь

Беларусь относится к регионам, в которых водоснабжение практически всех крупнейших населенных пунктов и промышленных предприятий полностью или частично осуществляется за счет подземных вод. В настоящее время реестр буровых скважин Беларуси насчитывает несколько десятков тысяч эксплуатационных гидрогеологических объектов. Актуальность этого вопроса особенно сильно возросла в последние годы, что обусловлено следующими причинами:

- Беларусь является экономически развитым регионом со значительной долей городского населения;

- авария на ЧАЭС в 1986 г. привела к радиоактивному загрязнению значительной части территории республики (особенно в пределах Гомельской и Могилевской областей);

- многие сельские населенные пункты с помощью колодцев эксплуатируют первые от поверхности водоносные горизонты, включая грунтовые. Однако чрезмерное применение удобрений привело к загрязнению этих водоносных горизонтов различными компонентами;

- в связи с высокими темпами развития инженерной деятельности человека возникла угроза, а во многих местах уже и происходит техногенное загрязнение подземных вод. Примером могут служить Солигорский и Речицкий районы, территория Гомельского химзавода и др.

Все это вызывает необходимость поиска и ввода в эксплуатацию новых надежных источников водоснабжения.

Важнейшим направлением в обеспечении санитарно-эпидемического благополучия населения Гомельской области является качество и безопасность питьевой воды, подаваемой населению.

Согласно имеющейся классификации ВОЗ можно выделить пять групп заболеваний, связанных с экологическим состоянием гидросферы:

- 1) заболевания от зараженной воды — тиф, холера, дизентерия, полиомиелит, гепатит;

- 2) заболевания кожи и слизистых — трахома, проказа;
- 3) заболевания, вызываемые моллюсками, — шистосомоз, ришта;
- 4) заболевания, вызываемые живущими и размножающимися в воде насекомыми, — малярия, желтая лихорадка;
- 5) заболевания от загрязненной воды.

К данной весьма обширной группе связанных с водой болезней относят те, распространение которых зависит от содержания в ней различных микрокомпонентов (органических и неорганических химических соединений, микроэлементов, радионуклидов) природного или техногенного происхождения. Ее можно разделить на следующие подгруппы:

□ острые заболевания (как правило, отравления), вызываемые употреблением питьевой воды, содержащей высокотоксичные концентрации опасных и вредных для здоровья веществ;

□ заболевания, причиной которых служит употребление в пищу продуктов (как правило, гидробионтов), черпающих ядовитые вещества из водной среды;

□ хронические заболевания, возникающие при длительном употреблении питьевой воды, концентрация вредных веществ в которой невысокая или их действие проявляется после продолжительного латентного периода.

По данным Мирового банка приблизительно 1,2 млрд людей в мире пьют неблагополучную в экологическом отношении воду.

С питьевой водой в организм человека могут поступать многочисленные ксенобиотики, в том числе оказывающие воздействие на нервную и выделительную системы. В связи с этим необходимо отдельно рассмотреть особенности нейро- и нефротоксичности.

Нейротоксичность — это свойство химических веществ вызывать нарушение структуры и (или) функций нервной системы. Нейротоксичность присуща большинству известных веществ, поэтому практически любая острая интоксикация в той или иной степени сопровождается нарушениями функций нервной системы.

Наиболее важным условием прямого действия ксенобиотика на ЦНС является его способность проникать через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ). Вещества, не проникающие через ГЭБ, будут вызывать токсические эффекты на периферии, главным образом в области синаптических контактов нервных волокон с ин-

нервируемыми клетками органов, вегетативных и чувствительных ганглиев.

Развивающаяся у человека патология — следствие воздействия ксенобиотиков на возбудимые мембраны, механизмы передачи нервного импульса в синапсах, пластический и (или) энергетический (гипоксия, ишемия) обмен в нервной ткани.

В наибольшей степени нарушение энергетического обмена сказывается на состоянии нейронов, в которых высокий уровень процессов потребления кислорода и синтеза макроэргов. В целом клетки малого размера с большим количеством дендритов более чувствительны к гипоксии (ишемии), чем большие нейроны с длинными аксонами и малым количеством дендритов (мотонейроны). Глиальные и эндотелиальные клетки менее чувствительны к гипоксии (ишемии). Среди структур, образуемых серым веществом, наиболее чувствительны к гипоксии кора головного мозга, кора мозжечка (клетки Пуркинье), гиппокамп.

Нейротоксический процесс может проявляться в форме нарушений моторных, сенсорных функций, эмоционального статуса, памяти, обучения. Часто нарушается зрение, слух, тактильная и болевая чувствительность и т.д. Сенсомоторные нарушения приводят к появлению мышечной слабости, парезов и параличей.

Нефротоксичность — это свойство химических веществ вызывать структурно-функциональные нарушения почек. Нефротоксичность может проявляться как вследствие прямого взаимодействия химических веществ (или их метаболитов) с паренхимой почек, так и опосредованного, главным образом через изменения гемодинамики, кислотно-основного состояния внутренней среды, массивное образование в организме продуктов токсического разрушения клеточных элементов, подлежащих выведению через почки (гемолиз).

Механизмы нефротоксического действия ксенобиотиков многообразны и вместе с тем развиваются по достаточно общему сценарию. Прошедший через фильтрационный барьер в клубочках токсикант концентрируется внутри канальцев в силу реабсорбции большей части воды, содержащейся в первичной моче. Под влиянием складывающегося при этом градиента концентрации или в силу процессов активной реабсорбции ксенобиотики поступают в клетки канальцевого эпителия и там накапливаются. Нефротоксическое

действие развивается при достижении критической концентрации токсиканта в клетках.

В большинстве стран существует перечень основных загрязняющих веществ, которые способны оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека и содержание которых нормируется в питьевой воде. Их перечень и допустимые концентрации могут существенно различаться. В Республике Беларусь основным документ, регламентирующий содержание вредных компонентов в питьевой воде, — СанПиН 10-124 РБ 99 «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

5.4. Негативные последствия антропогенного вмешательства в процессы водообмена в биосфере

Правильная диагностика, лечение и профилактика заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды, требуют от практического врача знаний основ гигиенической диагностики и клинической картины известных экологически обусловленных заболеваний. При симптомах или синдромах, позволяющих заподозрить влияние факторов окружающей среды, врач в процессе сбора анамнеза должен обратить внимание на всевозможные факторы риска (контакт с вредными факторами в домашних условиях, на производстве и т.д.), в случае необходимости — запросить из территориального центра гигиены и эпидемиологии дополнительные данные о качестве воды, воздуха, условиях труда.

Известны следующие заболевания, связанные с загрязнением воды, так называемые экологически зависимые заболевания.

Болезнь Минамата (меркуриоз) впервые была зарегистрирована в 50-х гг. XX в., когда 292 человека заболели ею и 62 из них умерли. Заболевание характеризовалось нарушениями зрения, слуха, осязания, неврологическими расстройствами. У новорожденных детей были зарегистрированы врожденные пороки развития. В 1969 г. было установлено, что причиной заболевания является метилртуть, которая поступает в залив Минамата (Япония) с отходами фабрики «Ниппон-чиссо» и концентрируется в морских организмах и рыбе,

служащими пищей для населения. В 1974 г. здесь было выявлено 7000 случаев отравления. Ртуть активно аккумулируется планктоном — пищей для ракообразных, которыми, в свою очередь, питаются рыбы. Так, щуки, выловленные у шведского побережья, содержали до 5,7 мг/кг метилртути, и если этой рыбой кормили кошек, то они умирали от ртутного отравления.

Болезнь Кашина — Бека (уровская болезнь, эндемическая деформация) встречается в Китае (в настоящее время более 30 млн человек проживают в эндемических районах, из них болеют около 2 млн человек), на Дальнем Востоке, в Приамурье, Читинской области. Заболевание чаще развивается у детей в возрасте 5–13 лет и проявляется множественными дегенерациями и некрозом суставного хряща, мышечной дистрофией, задержкой роста, деформациями скелета. В настоящее время существует несколько гипотез развития болезни Кашина — Бека: действие афлатоксинов, грибов *Fusarium oxysporum*, стронция («стронциевый рахит»), повышенное содержание в колодезной воде гуминовых кислот, сочетающееся с низкими концентрациями селена, дисбаланс ряда микро- и макроэлементов, в том числе селена. Терапия селеносодержащими препаратами уменьшает рентгенологические проявления и снижает риск деформаций скелета. Переселение в районы, где питьевая вода содержит нормальные концентрации селена, также снижает риск развития заболевания и уменьшает тяжесть клинической картины у больных детей. В настоящее время наиболее подтверждена экспериментальными и натурными данными гипотеза о связи болезни Кашина — Бека с гуминовыми кислотами, содержащимися в питьевой воде. В механизме развития этого заболевания важную роль играют свободнорадикальные реакции с участием окси- и гидроксигрупп гуминовых кислот, а также индукция перекисного окисления липидов в печени, костной ткани и крови. Добавление селена в питьевую воду ингибирует образование свободных радикалов в костной ткани.

Болезнь итай-итай была выявлена в 1946 г. в Японии (префектура Тояма). Причиной заболеваний послужило повышенное поступление в организм кадмия с рисом, выращенным на полях, орошаемых из реки Дзинцу, в которую кадмий попадал со стоками расположенного выше рудника. Заболевание характеризовалось сильными болями, деформацией скелета, переломами костей,

поражением почек. Кадмий очень медленно выводится из организма человека и отравление им может принимать хроническую форму. Спустя 15–30 лет после первого обнаружения болезни более 150 человек умерло от хронического отравления кадмием. Кадмий считается самым опасным тяжелым металлом. Он обладает канцерогенными свойствами.

Недостаток, избыток или дисбаланс микроэлементов, поступающих в организм из внешней среды, в частности воды, может вызвать ряд экзогенных микроэлементозов — эндемический флюороз, эндемический зуб, кариес зубов и др.

Эндемическим флюорозом, связанным с избыточным поступлением в организм фтора, в мире поражено более 20 млн человек. Его очаги хорошо изучены в Северной Америке, Европе и некоторых странах Азии. В Индии проблема флюороза приобрела государственный масштаб, а природная зона его распространения именуется «флюорозным поясом». В СНГ наиболее богаты фтором питьевые воды Молдовы, юго-восточных областей Украины, подмосковной палеозойской котловины, Урала, многих районов Казахстана.

Небольшие концентрации фтора в питьевой воде, являющиеся одной из причин массового кариеса зубов, отмечаются на севере России, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Другим примером может служить эндемический арсеноз — заболевание, обусловленное избыточным поступлением в организм с питьевой водой неорганических форм мышьяка. Наиболее известны эндемические очаги арсеноза в Аргентине (провинция Кордова), Китае, США (штат Орегон), Мексике (Торреон), Японии (Ниигата). Мышьяк относится к группе безусловных канцерогенов для человека: он вызывает рак легких и кожи. Хорошо известны массовые случаи рака кожи среди жителей провинции Кордова (Аргентина) и острова Тайвань, где население в течение 60 лет пользовалось питьевой водой с высоким содержанием мышьяка.

Широко распространенные очаги эндемического зоба связаны с пониженным содержанием йода в питьевой воде.

Повышенные концентрации нитратов способствуют развитию метгемоглобинемии.

Считается, что повышенное содержание меди в питьевой воде вызывает поражение печени и почек, высокие концентрации ни-

келя — поражение кожи, цинка — поражение почек, а бериллий относится к канцерогенам.

Канцерогенным действием, по мнению ряда авторов, обладают некоторые галогеносодержащие соединения, образующиеся в процессе хлорирования воды. В течение последних 10 лет в литературе появилось много сообщений о том, что высокие концентрации алюминия в воде способствуют возникновению болезни Альцгеймера. Однако следует подчеркнуть, что в связи с большим количеством (десятки тысяч) химических веществ, попадающих в воду, определение потенциальной опасности подавляющего большинства из них для здоровья людей крайне затруднительно, ибо аналитическими методами устанавливается концентрация лишь незначительной их части, а многие из них даже в ничтожных концентрациях опасны для человека.

К этой же подгруппе следует отнести заболевания, распространению которых способствует низкая или высокая степень минерализации питьевой воды. В настоящее время признается, что длительное (годами) употребление для питья «мягкой» воды (содержащей недостаточное количество кальция и магния) обуславливает высокий уровень сердечно-сосудистых заболеваний, а «жесткая» (высокоминерализованная) вода вызывает мочекаменную болезнь.

Фактором повышенной опасности для здоровья населения является хлорирование воды. Имеются сведения о 19 веществах — продуктах хлорирования, потенциально опасных для здоровья населения. Это тригалометаны, хлорфенолы, хлороформ и другие галогеносодержащие соединения (ГСС), обладающие канцерогенным действием. Опасность ряда ГСС связана и с их выраженными кумулятивными свойствами (например, четыреххлористый углерод).

Диоксиновая интоксикация опасна. Основные источники образования и поступления в окружающую среду диоксидов — производство гербицидов, целлюлозно-бумажная промышленность, химические производства, в первую очередь получение хлора и хлорсодержащих соединений, продукты питания (до 90 %).

Остается спорным вопрос о связи хлорирования питьевой воды с образованием хлорированных диоксинов. При диоксиновых интоксикациях в организме возможно нарушение репродуктивной

функции, снижение иммунитета, тератогенное действие, эмбриотропное действие, развитие рака, нарушение поведенческих реакций и др.

5.5. Эколого-гигиеническая оценка качества питьевой воды

Одна из основных задач экогигиены в области гидросферы — оценка качества воды, предназначенной для питья, приготовления пищи и удовлетворения потребностей людей. При решении этой задачи надлежит придерживаться определенного плана. Прежде всего следует иметь четкое представление о требованиях, предъявляемых к воде того или иного назначения. В связи с тем что качество воды определяется не только ее свойствами на данный момент, но и возможностью их сохранения в течение всей эксплуатации водоисточника, т.е. его надежностью, следует выяснить санитарно-техническое состояние источника, условия санитарно-топографического расположения на местности и санитарно-эпидемиологическую обстановку. Такая информация может быть получена на основе изучения соответствующих документов и проведения изысканий. И наконец, необходимо иметь данные о химическом составе воды и ее микробной обсемененности. На основании этой информации делается заключение о качестве воды и возможности ее употребления без обработки или после исправления тех недостатков, которые в ней обнаружены.

Критерии качества питьевой воды:

□ должна обладать благоприятными органолептическими свойствами — быть прозрачной, бесцветной, без привкусов, без запахов, не содержать видимых примесей, осадка;

□ должна быть безвредной по химическому составу — не содержать канцерогенные, радиоактивные и другие токсичные вещества (соединения);

□ должна быть безопасной в эпидемическом и радиационном отношении — не содержать патогенных бактерий, вирусов, простейших, яиц гельминтов; соответствовать по показателям α - и β -активности нормативным величинам.

5.6. Способы снижения содержания ксенобиотиков в питьевой воде

Основным способом снабжения населения чистой питьевой водой является система государственных мер, направленных на снижение содержания токсичных контаминантов в воде. Для этого в каждой стране разработаны и действуют нормативные правовые акты и документы, регламентирующие содержание различных веществ в воде.

Между тем известны и на бытовом уровне давно используются другие способы очистки питьевой воды:

❑ кипячение — при кипячении воды или приготовлении пищи некоторые компоненты в значительной степени улетучиваются или выпадают в осадок;

❑ использование фильтров из активированного угля, керамики и др. — наиболее эффективный способ снижения количества радона в воде;

❑ использование фильтров, использующих принцип обратного осмоса.

Практическая работа 5

Задание 1. Охарактеризуйте экологически опасные антропогенные загрязнители, разберите их превращения под влиянием различных факторов, занесите эти данные в табл. 5.1, показывающую взаимосвязь между загрязнителями, присутствующими в окружающей среде (воде), и болезнями.

Таблица 5.1

Вредные вещества и их воздействие на организм

Элемент	Источник поступления в воду	Механизм действия	Симптомы

Задание 2. Покажите наличие связи между характером и степенью загрязнения окружающей среды (воды) и заболеваемостью

населения, оцените канцерогенный риск при употреблении питьевой воды, содержащей вредные примеси (решение ситуационных задач).

Образец решения ситуационных задач

1. Оценка риска для веществ с канцерогенным действием производится по формуле

$$КР = ССПД \cdot ПИКР(ППКР) \cdot \alpha,$$

где КР — дополнительный канцерогенный риск, т.е. риск возникновения неблагоприятного эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях; ССПД — среднесуточная поглощенная доза; ПИКР (ППКР) — величина потенциального ингаляционного (перорального) канцерогенного риска, т.е. единиц рисков, определяемых как фактор пропорции возрастания риска в зависимости от величины действующей концентрации (дозы) в $(\text{мг/кг})^{-1}$ или $(\text{мкг/м}^3)^{-1}$, т.е. в обратных единицах воздействия соответственно; $\alpha = 1 = 70/70$ — величина, отражающая количество лет, в течение которых индивидуум подвергается воздействию (при допущении, что он постоянно живет в изучаемом месте 70 лет), деленная на общее количество лет ожидаемой средней продолжительности жизни (70 лет).

Для вычисления риска ССПД умножают на величину потенциального перорального канцерогенного (ППКР) или потенциального ингаляционного канцерогенного риска (ПИКР) и на продолжительность воздействия (в случае постоянного проживания эта величина равна единице). Результат такого расчета — число случаев онкологических заболеваний (выраженного ближайшим целым числом) на конкретную популяцию населения. Обратная величина этого значения дает величину вероятности для этой патологии.

2. Обратная последовательность операций исходя из конкретной величины приемлемого риска даст возможность рассчитать значение ССПД, которая в состоянии обеспечить необходимую величину риска.

Например, необходимо рассчитать канцерогенный риск при содержании мышьяка в питьевой воде (C) на уровне 0,0005 мг/л. Риск рассчитывается при условии ежедневного потребления дан-

ной воды на протяжении всей жизни человека. На этот же срок определен и норматив для расчета риска. Среднее количество ежедневно потребляемой внутрь воды (V) составляет 3 л, средняя масса человека (m) — 70 кг.

Таким образом, ежедневно в этих условиях человек потребляет с питьевой водой мышьяк в дозе

$$\text{ССПД} = \frac{V \cdot C}{m} = \frac{3 \cdot 0,0005}{70} = 0,000021 \text{ мг/кг.}$$

С использованием величины ППКР для мышьяка, равной 1,5 мг/кг (приведена в приложении), величина риска

$$\text{КР} = 0,000021 \cdot 1,5 \cdot 1 = 0,000032.$$

Это равноценно 32 дополнительным случаям заболеваний раком на миллион человек (т.е. КР умножается на искомое количество населения), постоянно потребляющих такую воду, или возникновение одного случая онкологического заболевания из 31 250 наблюдаемых лиц (рассчитывается как $1/\text{КР}$).

Ситуационные задачи

Задача 1. Какое дополнительное число случаев онкологических заболеваний (на 10 тыс. человек) может возникнуть при постоянном потреблении питьевой воды с содержанием 2 мкг/л альдрина.

Задача 2. Какое дополнительное число случаев онкологических заболеваний (на 10 тыс. чел.) может возникнуть при постоянном потреблении питьевой воды с содержанием 0,001 мг/л мышьяка.

Задача 3. Рассчитать величину канцерогенного риска для взрослых в результате 20-летнего потребления питьевой воды с содержанием 0,1 мг/л свинца.

Задача 4. Рассчитать величину канцерогенного риска для взрослых в результате постоянного потребления питьевой воды с содержанием 0,8 мкг/л хлороформа.

Задача 5. Какое дополнительное число случаев онкологических заболеваний (на 1 млн чел.) может возникнуть при постоянном потреблении питьевой воды с содержанием 0,8 мкг/л хлороформа.

Задача 6. Рассчитать величину канцерогенного риска для взрослых в результате постоянного потребления питьевой воды с содержанием 0,35 мкг/л полихлорированных бифенилов.

Задача 7. Какое дополнительное число случаев онкологических заболеваний (на 1 млн чел.) может возникнуть при постоянном потреблении питьевой воды с содержанием 0,35 мкг/л хлороформа.

Задача 8. Рассчитать величину канцерогенного риска для взрослых в результате 15-летнего потребления питьевой воды с содержанием 0,75 мкг/л бензола.

Задача 9. Какое дополнительное число случаев онкологических заболеваний (на 1 млн чел.) может возникнуть при постоянном потреблении питьевой воды с содержанием 7,5 мкг/л бензола.

Задача 10. Рассчитать величину канцерогенного риска для взрослых в результате постоянного потребления питьевой воды с содержанием 0,7 мкг/л алахлора.

Задача 11. Какое дополнительное число случаев онкологических заболеваний (на 100 тыс. чел.) может возникнуть при постоянном потреблении питьевой воды с содержанием 7 мкг/л алахлора.

Задача 12. Рассчитать величину канцерогенного риска для взрослых в результате постоянного потребления питьевой воды с содержанием 0,15 мг/л свинца.

Задача 13. Какое дополнительное число случаев онкологических заболеваний (на 1 млн чел.) может возникнуть при постоянном потреблении питьевой воды с содержанием 0,15 мг/л свинца.

ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИЦИНСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИТОСФЕРЫ

6.1. Мотивационная характеристика темы

Литосфера как внешняя сфера «твердой» Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии, является одной из составляющих экологической системы, определяющих условия обитания человека. Она представляет собой огромную естественную лабораторию, в которой протекают самые разнообразные и сложные процессы разрушения и синтеза неорганических и органических веществ, фотохимические реакции. От ее свойств, содержания в ней различных веществ химической и биологической природы во многом зависит качество и безопасность получаемого сельскохозяйственного сырья и производимых из него продуктов питания. Знания о качестве почв, условиях перехода, в том числе и вредных веществ в пищевые продукты, влияния этих веществ на организм человека во многом определяют меры по профилактике неблагоприятных последствий для здоровья населения.

Полностью соответствовать требованиям, которые предъявляются к рациональному питанию, продукты могут лишь в том случае, если они безвредны. Это означает, что продукты будут свободны от вредных химических и биологических агентов либо будут содержать их в количествах (концентрациях) и формах, не способных негативно влиять на здоровье человека и его потомство.

Знание законов рационального питания, механизмов возникновения патологий в связи с их нарушением является обязательным для постановки диагноза, определения правильной тактики лечения, а главное — профилактики многих болезненных состояний.

Цели занятия: рассмотреть роль литосферы в формировании среды обитания человека; изучить механизмы детоксикации ксенобиотиков в организме и участие в этих процессах различных пищевых веществ; убедиться в значимости разработки и реализации

мероприятий, направленных на недопущение попадания вредных веществ из почвы в пищевые продукты для профилактики неблагоприятных последствий потребления загрязненных продуктов.

Задачи:

- познакомиться с основными особенностями почв, имеющими значение для их экологической характеристики;
- получить представление об основных группах вредных веществ, поступающих по «пищевым цепям» из почвы в организм человека;
- изучить проблему эндемических заболеваний, связанных с содержанием различных химических элементов в почвах;
- получить представления о метаболизме ксенобиотиков, их детоксикации, участии в этих процессах различных пищевых веществ;
- убедиться в необходимости проведения мер по предупреждению антропогенного загрязнения почв с целью профилактики, связанных с этим заболеванием.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для полного усвоения темы необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- медицинская биология и генетика — «Общие закономерности развития жизни и условий питания», «Адаптация человека к условиям жизни»;
- общая химия — «Химические реакции при взаимодействии элементов», «Металлы и их соединения», «Азот и его соединения»;
- органическая химия — «Биогенные элементы как факторы окружающей среды», «Пищевые вещества и их значение для организма».

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Дать определение понятию «питательные вещества». Разъяснить их значение для организма.
2. Значение питания для обеспечения жизнедеятельности организма.

3. Действие вредных веществ на организм.
4. Свойства вредных веществ, определяющие их неблагоприятное действие на организм.

Вопросы по теме занятия

1. Основные показатели, имеющие значение для эколого-гигиенической характеристики почв.
2. Особенности почв Республики Беларусь.
3. Источники поступления вредных веществ в почву, их характеристика.
4. Классификация ксенобиотиков, содержащихся в пищевых продуктах.
5. Нитраты, нитриты, нитрозамины. Источники поступления их в продукты питания, механизм патологического действия. Меры профилактики.
6. Пестициды. Классификация. Свойства пестицидов, имеющие гигиеническое значение. Механизм действия различных пестицидов и медицинские последствия потребления пищевых продуктов, содержащих различные их количества.
7. Биогеохимические провинции: определение, основные характеристики. Эндемические заболевания в Республике Беларусь.
8. Особенности попадания ксенобиотиков в различные продукты растительного и животного происхождения.
9. Требования к безвредности пищи. Основные источники загрязнения продуктов питания.
10. Критерии оценки качества и безопасности пищевых продуктов.
11. Метаболизм ксенобиотиков в организме человека.
12. Профилактика возможного поступления ксенобиотиков с продуктами питания.
13. Особенности питания населения, проживающего в условиях экологического неблагополучия.

6.2. Медико-экологические последствия загрязнения литосферы

Литосфера — внешняя сфера «твёрдой» Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии. Мантия Земли — оболочка, расположенная между земной корой и ядром. **Почва**, или **земля** — природное образование, залегающее между атмосферой и подстилающими породами. Толщина почвы составляет от нескольких сантиметров до двух метров и более. Почва как неотъемлемая часть экологической системы — важнейший компонент обитания человека и животных.

Типы почв различаются определенными комбинациями почвенных горизонтов. В зависимости от соотношения песка и глины все почвы делятся на песчаные, супесчаные, глинистые, дерново-подзолистые и суглинистые. На территории Республики Беларусь встречаются различные виды почв, но преобладают дерново-подзолистые (особенно характерны для Гомельской области).

Химический состав почвы очень сложен, в ней есть минеральные (неорганические) и органические вещества. Минеральные соединения (90–99 %) включают соли кальция, кремния, магния, алюминия и др. В минеральный состав почвы в той или иной степени входят практически все элементы периодической системы Д.И. Менделеева.

В зависимости от поведения в живых системах признаны эссенциальными (жизненно необходимыми) 9 микроэлементов (железо, йод, медь, хром, кобальт, молибден, марганец, цинк, селен). При недостатке этих элементов возникают функциональные нарушения в организме. К условно эссенциальным микроэлементам относят фтор, никель, ванадий, мышьяк, кремний, литий, бор и бром.

В группу токсических элементов входят алюминий, кадмий, свинец, ртуть, бериллий, барий, висмут, таллий и др. В почве живут и гибнут патогенные бактерии, вирусы, простейшие и яйца гельминтов. Она является одним из основных путей передачи инфекционных и неинфекционных заболеваний. Недостаток или избыток микроэлементов в почве может привести к возникновению эндемичных заболеваний.

С почвой тесно связано и наличие определенных элементов в сельскохозяйственной продукции как растительного, так и животного

происхождения, от нас напрямую зависит качество, полноценность и безопасность продуктов питания.

В последнее время особую значимость приобретает антропогенное загрязнение почвы, т.е. появление в ней химических соединений, не являющихся ее естественной составной частью и несвойственных почве данного типа.

Внесение в почву химических и органических удобрений, пестицидов, попадание в нее промышленных отходов, сточных вод различного происхождения, адсорбция токсических веществ из атмосферного воздуха, загрязненного в том числе и выхлопными газами автотранспорта, приводят к все возрастающему ее загрязнению. Множество исследований свидетельствуют о токсическом значении загрязнения почвы, из которой по так называемым пищевым цепочкам, т.е. через продукты растительного и животного происхождения, эти вредные вещества попадают в организм человека, неблагоприятно воздействуя на него. Наиболее значимые из них — *ксенобиотики* — представлены на рис. 6.1.

Условно ксенобиотики подразделяются на три основные группы:

- 1) природные компоненты пищи, оказывающие вредное воздействие;
- 2) вещества из окружающей среды, оказывающие вредное воздействие (контаминанты);
- 3) вещества, вносимые специально по технологическим соображениям.

В свою очередь, чужеродные вещества могут быть различной природы: химической и биологической (рис. 6.2).

Одно из важнейших физиолого-гигиенических требований к питанию человека — *безвредность пищи*.

Потребляемая пища должна быть свободной от вредных химических веществ и биологических агентов или содержать их в количествах (концентрациях) и формах, не способных негативно влиять на здоровье человека и его потомство.

Инфицирование продуктов питания в результате антропогенного загрязнения внешней среды, а также нарушения санитарно-гигиенических норм и правил на различных этапах движения продуктов питания от объектов производства до потребителя может вызвать пищевые отравления микробной природы (пищевые токсикозы или токсикоинфекции), инфекции (брюшной тиф, парати-



Рис. 6.1. Классификация ксенобиотиков

фы А и В и другие сальмонеллезы, дизентерию, бруцеллез, туберкулез, ящур, туляремию и др.) и гельминтозы (тениидоз, трихинеллез, дифиллоботриоз, описторхоз, аскаридоз и др.).

Не менее важным показателем безвредности пищи является степень ее загрязненности чужеродными веществами (пестицидами, солями тяжелых металлов, радионуклидами, нитратами и нитритами, нитрозаминами, синтетическими химическими соединениями, полициклическими ароматическими углеводородами, микотоксинами и др.), которая во многом зависит от экологической обстановки, и в частности от качества почвы.



Рис. 6.2. Классификация чужеродных веществ

Ксенобиотики из окружающей среды в организм человека поступают в основном с пищевыми продуктами. Так, нитраты преимущественно поступают с овощами (около 70 %), а остальные попадают с водой; нитриты — с мясопродуктами; радионуклиды (94 %) — с пищевыми продуктами растительного и животного происхождения.

Стойкие в окружающей среде пестициды поступают в организм с продуктами питания (95 %), водой (47 %), атмосферным воздухом (только 0,3 %), совсем незначительное их количество проникает через кожу.

Чужеродные химические вещества попадают внутрь по цепочке: почва — растительность — человек или почва — растительность —

животные — человек. При этом основная миграция ксенобиотиков по пищевой цепи имеет место во всех биологических видах наземной и водной экосистем.

Вместе с тем наблюдается значительная кумуляция ксенобиотиков в водной пищевой цепи. Это объясняется тем, что гидробионты (рыбы, моллюски, ракообразные и др.) не только лишены механизма, защищающего их от накопления вредных чужеродных химических веществ, но и энергично их накапливают. Степень загрязнения чужеродными химическими веществами увеличивается с ростом трофического положения отдельных видов экосистем. Так, концентрация ксенобиотиков в тканях хищных рыб, птиц и животных выше по сравнению с теми видами, которые они употребляют в пищу.

Все пищевые продукты в качестве первоначальных источников имеют вещества, содержащиеся в биосфере. Человек является конечным звеном многочисленных, сложившихся в ходе длительной эволюции пищевых цепей, в которых одни живые организмы служат пищей для других.

В настоящее время для увеличения пищевых ресурсов и повышения качества продуктов в сельскохозяйственном и промышленном производстве широко используются разнообразные вещества, воздействие которых на человека может быть самым неблагоприятным. Некоторые из них — носители токсических, мутагенных, канцерогенных, тератогенных свойств или предшественники соединений с такими свойствами. Приобретать они их могут также при нарушении регламентов использования.

Агрохимикаты, которые сейчас достаточно широко используются для интенсификации производства сельскохозяйственной продукции, не являются токсичными соединениями, способными накапливаться в продовольствии и оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека. Но при нарушении регламентов применения по количеству, срокам, кратности получаемое продовольственное сырье может содержать достаточно высокие концентрации, в первую очередь, азотистых соединений, к которым относятся нитраты.

Наличие нитратов в растениях — явление нормальное. Но при поступлении нитратов в количествах, превышающих потребности органического синтеза, они начинают накапливаться в корнях,

листьях и, самое главное, в плодах различных сельскохозяйственных культур как непосредственно употребляемых человеком, так и используемых на корм скоту. Не переработанные излишки нитратов под воздействием нитратредуктазы — фермента, содержащегося в растительных тканях, — переходят в нитриты, которые и оказывают неблагоприятное воздействие под влиянием микрофлоры уже непосредственно в полости рта, а затем в желудочно-кишечном тракте. Из сельскохозяйственных продуктов основные поставщики нитратов и нитритов — картофель и другие овощи. Накопление нитратов в овощных культурах во многом определяется их биологическими особенностями. К овощам, характеризующимся способностью аккумулировать большое количество нитратов, относятся зеленные (салат кочанный, шпинат, укроп, кольраби, ревеня), редис, свекла столовая, патиссоны, тыква. Содержание нитратов в них колеблется от 1200 до 5000 мг/кг сырой массы. Среднее положение занимают баклажаны, дыни, капуста, морковь, огурцы, петрушка, сельдерей, чеснок, фасоль — 100–1000 мг/кг. Сравнительно низкая концентрация их отмечена в арбузах, зеленом горошке, картофеле, луке, перцах, томатах — 60–90 мг/кг. Концентрация нитратов в овощах, выращенных в закрытом грунте, обычно вдвое больше, чем в открытом. В различных частях растений содержание нитратов разное. В кожце и поверхностных слоях плодов их содержится значительно больше. В белокочанной капусте нитраты скапливаются в основном в верхних листьях и кочерыжке, в свекле — в верхней части и хвостике, в моркови — в центральной части.

Всасывание нитратов происходит главным образом в желудке. В течение 8 ч с мочой выделяется до 90 % поступивших нитратов. При поступлении больших количеств в результате употребления продуктов, содержащих 800–1300 мг/кг нитрат-ионов (пюре из свеклы, шпината, других несвежих овощей), может возникнуть острое отравление. Клинические признаки отравления проявляются через 1–6 ч после их попадания в организм и характеризуются диспептическими расстройствами в сочетании с увеличением печени, ее болезненностью при пальпации, субэтеричностью склер. Возможны также симптомы со стороны нервной системы: общая слабость, головокружение, потемнение в глазах, нарушение координации движений. Сосудорасширяющий эффект нитратов приводит

к снижению артериального давления, синусовой аритмии, болям в груди, одышке.

Нитраты сами по себе не являются метгемоглобинообразователями. Однако уже в самих блюдах при неправильном их хранении, развитии в них микрофлоры, а также в пищеварительном тракте часть нитратов восстанавливается в более токсичные соединения — нитриты. Впоследствии развивается нитритная метгемоглобинемия. Низкая кислотность желудочного сока у детей грудного возраста может способствовать этому процессу.

Непосредственно нитриты могут поступать в организм с продуктами переработки продовольственного сырья животного происхождения, в частности с мясопродуктами и сырами.

В технологии производства колбасных и ветчинных изделий нитрит натрия используется для сохранения розового цвета и частично как консервант. Для этой же цели нитриты используются и при производстве сыров.

После поступления в организм повышенных доз нитратов через 1 ч отмечается максимальный уровень метгемоглобина в крови. При содержании его 8–10 % может отмечаться бессимптомный цианоз; при 30 % и более — симптомы острой гипоксии (одышка, тахикардия, коричнево-серый цианоз, гипотония, слабость, головная боль).

Но наибольшую опасность из азотистых соединений представляют нитрозамины, которые могут образовываться как непосредственно в продуктах питания, так и в организме при высокой концентрации нитритов в желудке. Необходимое условие для их образования — наличие свободных аминных групп в составе белка.

Основная опасность нитрозаминов заключается в том, что они обладают канцерогенными, мутагенными, тератогенными и эмбриотоксическими свойствами, причем канцерогенное действие является определяющим. N-нитрозамины встречаются практически во всех мясных, молочных и рыбных изделиях, пивном солоде.

В настоящее время при производстве сельскохозяйственной продукции как растительного, так и животного происхождения достаточно широко используются самые различные химические соединения, объединенные в группу под названием «пестициды».

Пестициды — это вещества химического и биологического происхождения, предназначенные для химической защиты растений

и животных. Применение пестицидов до сих пор имеет существенную опасность экологического воздействия и медицинский риск. Экологическая опасность связана с неизбежным загрязнением не только обрабатываемых территорий, но и глобальным распространением пестицидов в биосфере и литосфере. Попадая в почву, а затем в растениеводческую и животноводческую продукцию, они широко контактируют со значительной частью населения, в том числе детьми, беременными и кормящими женщинами.

В настоящее время используются различные классификации пестицидов: производственная, химическая, гигиеническая.

В основе производственной классификации лежит название пестицидов, цель и направление их использования:

- инсектициды и акарициды — для уничтожения насекомых-вредителей;
- моллюскоциды — для уничтожения слизней;
- нематоды — для уничтожения нематод (червей);
- родентициды — для уничтожения грызунов;
- репелленты — для отпугивания членистоногих насекомых;
- фунгициды — для уничтожения плесеней и грибов;
- гербициды — для уничтожения сорных растений;
- дефолианты и десиканты — для предуборочного удаления листьев с культурных растений;
- феромоны — для борьбы с насекомыми методом отлова;
- энтомофаги — для регуляции численности насекомых.

На основании химической структуры различают хлорорганические, фосфорорганические, ртутьсодержащие, мышьяксодержащие, производные карбаминных кислот, производные мочевины и гуанидина, гетероциклические соединения и др.

Гигиеническая классификация предусматривает разделение пестицидов по степени токсичности, способности к кумуляции, накоплению, стойкости во внешней среде — времени разложения на нетоксичные элементы, наличию отдаленных последствий действия, действию на плод и аллергенность. По параметрам гигиенической классификации они подразделяются на 4 класса. Большинство пестицидов относятся к соединениям 2-го и 3-го класса опасности. В настоящее время применяется около 600 препаратов, созданных на основе 300 действующих веществ.

Нарушение гигиенических норм хранения, транспортировки и регламентов применения пестицидов приводит к их накоплению в кормах, продовольственном сырье и пищевых продуктах. Попадая в организм человека, они оказывают разностороннее токсическое действие в зависимости от особенностей химической структуры и дозы поступления.

Действие пестицидов опасно именно своими отдаленными последствиями и воздействием на плод. Каждый из них может обладать канцерогенностью, мутагенностью, тератогенностью, эмбриотоксичностью, гонадотропностью, аллергенностью.

Большинство пестицидов не относятся к безопасным и имеют либо высокую токсичность (фосфорорганические, ртутьсодержащие, мышьяксодержащие), либо высокую кумуляцию и стойкость (хлорорганические, карбаматы). Они же могут вызывать и отдаленные последствия. При попадании пестицидов в организм в зависимости от дозы они могут вызывать острые, подострые и хронические интоксикации. При этом все пестициды обладают ксенобиотичностью и вызывают в организме адаптационные изменения.

В основе механизмов биологического (токсического) действия малых доз лежат нарушения антиоксидантной защиты, стабильности структурно-функциональных параметров биомембран, приводящие к дезорганизации структуры и функции клеток. В итоге все это изменяет работу различных систем организма, нарушает защитно-адаптационные механизмы, что приводит к вторичным иммунодефицитам.

Отравление пестицидами развивается поэтапно и имеет:

- скрытый период (от момента поступления в организм до возникновения первых проявлений интоксикации) — от нескольких часов для острых отравлений до нескольких суток у подострых;
- период предвестников, для которого характерны неспецифические, однотипные для воздействия многих химических соединений проявления: тошнота, рвота, общая слабость, головная боль;
- период выраженной интоксикации, когда наряду с общими для многих химических веществ изменениями проявляются специфические признаки действия яда на организм.

Для подострых отравлений характерна менее бурная реакция, чем для острых, и более продолжительное течение патологического процесса.

Хронические отравления развиваются при длительном поступлении в организм небольших доз пестицидов и их кумуляции в тропных органах.

Важно и то, что дети, подростки, больные и ослабленные лица обладают высокой чувствительностью к пестицидам, поэтому эти соединения представляют особую опасность для беременных и кормящих. Многие пестициды, попадая в организм, проникают через плацентарный барьер и могут оказывать токсическое, эмбриотоксическое и тератогенное действие на плод. Проникая в организм с молоком матери, они также могут вызвать у грудного ребенка интоксикацию.

Результаты мониторинга последних лет свидетельствуют о возрастании общего содержания пестицидов в продуктах растительного и животного происхождения, включая рыбу. Особенно это касается таких продуктов, как картофель, лук репчатый, капуста, помидоры, огурцы, морковь, свекла, яблоки, виноград, пшеница, ячмень, рыба прудов и водохранилищ, молоко. В них обнаруживается наиболее широкий спектр пестицидов.

Химические элементы хорошо распространены в природе и различными путями, в первую очередь из почвы, могут попадать в сельскохозяйственное сырье и через пищу — в организм человека.

Большинство химических элементов, в том числе металлов, жизненно необходимо человеку, при этом роль одних уже известна, для других — ее еще предстоит определить. При этом необходимо учитывать, что макро- и микроэлементы проявляют биологическое и физиологическое действие только в определенных количествах. В больших концентрациях они уже обладают токсическим воздействием. Источники загрязнения пищевых продуктов химическими элементами — отходы промышленных предприятий, выхлопные газы транспортных средств, разработка полезных ископаемых. В список наиболее значимых в токсическом отношении элементов включено 8 химических веществ: ртуть, кадмий, свинец, медь, цинк, железо, стронций, мышьяк.

В настоящее время не наблюдается тенденции к снижению загрязнения пищевых продуктов ксенобиотиками, в том числе и солями тяжелых металлов. Это связано с техногенным загрязнением природной среды, нарушением действующих норм и правил при производстве продуктов.

Из металлов приоритетное значение с гигиенической точки зрения имеют ртуть, свинец, кадмий, мышьяк (традиционно рассматриваемые в комплексе). Эти элементы, кроме высокой токсичности, способны накапливаться в организме при длительном поступлении даже в небольших дозах и вызывать отдаленные последствия — мутагенные и канцерогенные (для мышьяка и свинца). Другие тяжелые металлы могут попадать в продукты в ходе их производства: олово и хром — в консервированные продукты при их фасовке в сборную жестяную и хромированную тару; никель — в продукты с гидрогенизированным жиром (маргарином, кулинарными и кондитерскими жирами); железо и медь — в длительно хранящиеся жировые продукты; цинк — при изготовлении пектина.

Особенно высока вероятность попадания солей тяжелых металлов в продовольственное сырье, получаемое в районах геохимических аномалий, с их повышенным содержанием в почве, в зонах расположения предприятий металлургической, машиностроительной, химической промышленности, а также вблизи крупных автомагистралей и промышленных городов.

На степень накопления ксенобиотиков в сельскохозяйственной продукции влияет ряд условий. Это, с одной стороны, уровень загрязненности почвы, с другой — биологические особенности растений. Основными точками избирательной токсичности солей тяжелых металлов и мышьяка является эпителий почек, печени и кишечника, эритроциты и нервные клетки, поэтому нефропатии, токсическая дистрофия печени, выраженная неврологическая симптоматика и гемолиз часто превалируют в клинике этих отравлений.

Так, при свинцовом токсикозе в первую очередь поражаются органы кроветворения (анемия), нервная система (энцефалопатия и нейропатия), почки (нефропатия).

На ранних стадиях хронической интоксикации свинцом наблюдается снижение адаптационных способностей организма и устойчивости к действию токсических инфекционных и других патологических агентов. Позже присоединяется общая слабость, головная боль, головокружение, неприятный вкус во рту, потеря аппетита, тремор конечностей, уменьшение массы тела, запоры, абдоминальные боли, признаки анемии.

Кадмий, относясь к сильноядовитым веществам, при острой интоксикации вызывает тошноту, рвоту, диарею, спазмы в животе, в тяжелых случаях — шок. При хроническом отравлении поражаются кости (остеопороз), почки, развивается гипертензия, анемия. Следствием поражения нервной системы являются тремор, головокружение, головная боль, дермографизм.

Ртуть способствует поражению центральной и вегетативной нервной систем, печени и выделительных органов (почек, кишечника), что сопровождается головной болью, быстрой утомляемостью, ослаблением памяти, чувством беспокойства, апатией, ухудшением аппетита, снижением массы тела. В тяжелых случаях снижается чувствительность кожи на конечностях, появляется парестезия вокруг губ, сужаются поля зрения, наблюдается расстройство эмоциональной сферы. К тому же ртуть оказывает гонадо- и эмбриотоксическое, тератогенное и мутагенное действие.

Клиника отравлений другими металлами протекает с похожими проявлениями. В отличие от этого при хроническом отравлении мышьяком клиническая картина очень полиморфна. После таких начальных симптомов, как потеря аппетита, тошнота, рвота, диспептические явления, появляется симметричный бородавчатый кератоз ладоней и подошв, меланоз в сочетании с участками депигментации кожи, атрофия и ломкость ногтей (диагностическое значение имеют линии Мейо — поперечные белые полосы на ногтях), выпадение волос. Проявляются неврологические симптомы — интеллектуальные и речевые расстройства, депрессия, полиневриты, заканчивающиеся парезами с последующей атрофией мышц, нарушение вкуса и обоняния.

Мощные источники загрязнения внешней среды мышьяком — электростанции (их выбросы), стоки промышленных предприятий, мышьяксодержащие пестициды. В организм человека мышьяк поступает с продуктами животного происхождения, в том числе с рыбой и морепродуктами.

К ксенобиотикам антропогенного происхождения относится также группа полихлорированных бифенилов, в состав которой входят диоксин и фуран. Они попадают во внешнюю среду в результате деятельности различных производств, связанных с переработкой отходов, в результате сжигания различных видов топлива, производства ряда предприятий нефтехимической, целлюлозно-

бумажной и металлургической продукции, синтетических материалов. Особенностью этих веществ является то, что, практически не разрушаясь во внешней среде, они накапливаются в различных средах, особенно в воде и придонных отложениях, и прогрессивно концентрируются по ходу пищевой цепи.

Основной путь поступления в организм этих веществ — алиментарный. Они могут накапливаться и попадать в организм практически с любыми продуктами животного происхождения, концентрируясь в более жирной пище и ее составных частях. Из широкого ассортимента наиболее опасны в этом отношении рыба и морепродукты. Однако эти вещества могут содержаться в достаточно опасных концентрациях и в мясе, и в молочных продуктах. Причем отмечена их способность накапливаться в молоке, где их содержание может быть в 40–200 раз выше, чем в тканях животного. Допустимая суточная доза этих веществ для человека согласно рекомендациям ВОЗ — 10 нг/кг.

Полихлорированные бифенилы относятся к канцерогенным веществам. Отмечено сенсibilизирующее, гепатотоксичное действие, а также способность вызывать вторичный иммунодефицит. У лиц с хронической нагрузкой этими веществами отмечается увеличение частоты онкологических заболеваний различной локализации, заболеваний эндокринной (сахарный диабет) и сердечно-сосудистой систем, возникновение наследственных и репродуктивных нарушений.

Разнообразие ландшафтов и природных зон определяет особенности круговорота и накопления атомов тех или иных химических элементов в почве. Исходя из этого А.П. Виноградов обосновал учение о биогеохимических провинциях — неравномерности распределения химических элементов на земном шаре в соответствии с особенностями геологических и почвообразовательных факторов. В результате в одних районах почва и получаемая сельскохозяйственная продукция содержат мало некоторых микроэлементов, в других, наоборот, больше. Дефицит, избыток или дисбаланс содержания микроэлементов может приводить к развитию специфических заболеваний, известных под названием «геохимические эндемии».

Существуют определенные закономерности в распределении йода в атмосфере, воде и почве. Наибольшее его количество скон-

центрировано в морской воде, воздухе и почве приморских районов. Там же отмечается наиболее высокое содержание его в растительных продуктах (зерновых, овощах, фруктах) и в продуктах животного происхождения (мясе, молоке, яйцах). Много йода в морской рыбе, водорослях, морепродуктах.

Отмечена зависимость содержания йода в окружающей среде от содержания органических веществ в почве, что имеет большое значение для возникновения географических районов с недостаточным содержанием йода в окружающей среде (в почве) и, как следствие, в пищевых продуктах.

Недостаточное поступление йода в организм приводит к возникновению такого заболевания, как зоб — видимое увеличение щитовидной железы. Районы, в которых значительная часть населения имеет клинические проявления этой болезни, считаются эндемичными. Эндемии зоба встречаются как в горных регионах (Альпы, Алтай, Гималаи, Карпаты и др.), так и в равнинных (Западная Украина, верховье Волги, ряд районов Забайкалья и Дальнего Востока, Полесье и др.). К таким районам относится большая часть территории Беларуси.

В результате дефицита йода в питании у детей формируется симптомокомплекс, характеризующийся отставанием в умственном и физическом развитии, вплоть до низкорослости и кретинизма. У взрослых йододефицитное состояние характеризуется развитием эндемичного зоба, что приводит к снижению функции щитовидной железы.

Немаловажное значение имеет наличие в рационе и окружающей среде так называемых струмогенных веществ (зобогенов). Их действие основано на способности блокировать этапы обмена йода в щитовидной железе, в результате чего суммарное количество его снижается, что оказывает влияние на щитовидную железу. К зобогенам относятся такие вещества, как ртуть, мышьяк, сурьма. Они вступают в соединение с йодом и переводят его в неактивное состояние. Отрицательное влияние на возникновение поражений щитовидной железы имеет также неполноценное однообразное питание с дефицитом белка и витаминов. В развитии зобной эндемии большое значение имеет недостаточное поступление в организм брома, цинка, кобальта, меди, молибдена, а также неправильное соотношение микроэлементов (избыток фтора, марганца, хрома).

В районах, загрязненных галогенорганическими соединениями, могут создаваться те же условия, что и в очагах зубной эндемии и йодной недостаточности. Высокие концентрации нитратов в питьевой воде также являются усугубляющим фактором в этиологии эндемического зоба на фоне даже легкой недостаточности.

Все вышеуказанные факторы могут как усиливать йодную недостаточность в организме при дефиците, так и снизить результат его дополнительного введения в рацион, т.е. повлиять на эффективность проведения программ йодной профилактики и комплексного лечения йодозависимых заболеваний.

Как правило, осуществляемые в этой связи государственные программы состоят из таких компонентов, как обмен информацией, совершенствование системы обеспечения йодированной солью и производство пищевых продуктов, содержащих дополнительное количество йода, развитие системы мониторинга для оценки эффективности проводимых мероприятий. В Республике Беларусь на правительственном уровне также принят ряд документов, направленных на устранение йододефицита у населения, в том числе по обеспечению населения йодированной солью.

На части европейской территории, в том числе и в Беларуси, отмечается недостаток в почве такого элемента, как селен. Жители испытывают эндемический недостаток селена в пище, в результате чего у населения отмечаются кардиопатия, болезнь Кешана.

При высоком содержании селена в почве у жителей может наблюдаться селеновый токсикоз, наиболее типичным проявлением которого является поражение ногтей и выпадение волос, желтушность, шелушение эпидермиса, дерматиты, повреждения эмали зубов, анемии, нервные расстройства.

В странах с дефицитом этого элемента предпринимается ряд мер по профилактике заболеваний, связанных с этим. Используются как таблетированные формы селена, так и обогащения продуктов питания. Наиболее эффективно обогащение дрожжей. Это исключает его потери в окружающей среде. Обогащенные селеном дрожжи обладают также химиопротективной активностью против онкологических заболеваний.

Действенный путь профилактики селенодефицитных состояний — разработка и включение в рацион питания населения обогащенных пищевых продуктов массового потребления.

Обязательное условие эффективной реализации всех программ по ликвидации дефицита поступления необходимых для организма элементов — организация действенного медицинского контроля за их проведением.

Организм человека постоянно нуждается в различных *пищевых веществах*, которые могут поступать только с продуктами питания. Продукты представляют собой сложные многокомпонентные системы, состоящие из сотен химических соединений.

Современный человек в сутки потребляет около 800 г пищи и около 2000 г воды. Суточный рацион населения нашей планеты (≈ 5 млрд чел.) составляет более 4 млн т пищи.

Пища должна полностью удовлетворять физиологическую потребность человека в биологически активных веществах и энергии. **Физиологическая потребность** — это необходимая совокупность алиментарных факторов для поддержания динамического равновесия между человеком как сформировавшимся в процессе эволюции биологическим видом и окружающей средой, направленная на обеспечение жизнедеятельности и воспроизводство вида, а также на поддержание адаптационного потенциала организма.

Пища — это то, что едят, чем питаются — любое вещество, пригодное для еды и питья. **Пищевые продукты** — это объекты окружающей среды, продукты в натуральном или переработанном виде, употребляемые человеком в пищу как источник энергии и пищевых веществ. В понятие «пища» входит продовольственное сырье и непосредственно пищевые продукты растительного и животного происхождения. Пищевые вещества, или нутриенты, входящие в состав пищевых продуктов, — это химические соединения, которые организм использует для построения, обновления и исправления своих органов и тканей, а также для получения энергии, обеспечивающей компенсацию всех видов энерготрат.

Одним из видов загрязнения пищевых продуктов является инфицирование продуктов питания в результате антропогенного загрязнения окружающей среды. Кроме того, продукты могут быть загрязнены самыми различными чужеродными химическими соединениями (ксенобиотиками), оказывающими неблагоприятное воздействие на организм человека.

Аналогичный эффект дает ряд токсических веществ, изначально присутствующих в растительном и животном сырье либо появляю-

щихся в нем в процессе переработки. Это так называемые антиаппетитные вещества, к которым относятся биоингибиторы протеиназ, антивитамины, деминерализующие факторы. Чужеродные соединения, попадая в организм, в результате его ответной реакции подвергаются метаболизму и детоксикации. Главное в этих процессах — образование активного промежуточного метаболита исходного чужеродного соединения и взаимодействие его с биомолекулами клеток-мишеней.

Все многообразие метаболизма ксенобиотиков можно разделить на 2 фазы:

1) превращение ксенобиотиков, сопровождающиеся окислением, восстановлением, гидролизом или отщеплением химических групп их молекул;

2) конъюгация молекул ксенобиотиков их метаболитов с эндогенными субстратами.

В процессах метаболизма важнейшую роль играют ферментные системы. Общая направленность процессов метаболизма — превращение в водорастворимые соединения для облегчения их выведения из организма.

Практическая работа 6

Рассчитайте ксенобиотическую нагрузку за счет нитратов, содержащихся в наиболее часто потребляемых продуктах растительного происхождения.

При этом посчитайте реальный объем потребляемых за сутки продуктов растительного происхождения (овощей, фруктов) и усредненное содержание в них нитратов по данным лабораторных исследований (табл. 6.2).

Оцените полученные результаты.

Определите собственную потребность в основных пищевых веществах и энергии в соответствии с санитарными нормами и правилами «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утвержденными Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2012 г. № 180.

Таблица 6.2

**Результаты оценки реальной нагрузки на человека нитратами,
полученными с потребляемыми овощами**

Наименование овощных куль- тур	Уровень общей нагрузки нитра- тами при потреб- лении 1 кг продукта, мг/кг	Фактическое суточное потреб- ление продуктов питания на душу населения, кг/сут.	Реальная нагрузка на человека нитратами	
			мг/сут.	ранговое место
Картофель	140			
Томаты	29			
Лук репчатый	48			
Свекла	1390			
Капуста	289			
Морковь	194			
Огурцы	111			

Перечислите из собственного рациона продукты, содержащие основные пищевые вещества, и укажите, какие ксенобиотики и биологические агенты они могут содержать.

ГЛАВА 7. МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

7.1. Мотивационная характеристика темы

Известно, что в развитых странах люди до 90 % времени проводят в закрытых помещениях. Это обстоятельство указывает на то, что внутреннее загрязнение воздушной среды может более существенно влиять на организм, чем атмосферный воздух. Фактически только 40 % загрязнителей имеют наружное происхождение. От множества факторов зависит здоровье людей: температура, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха и др. В большинстве случаев факторы жилой среды относятся к факторам малой интенсивности. Они могут служить условиями развития ряда заболеваний, и в этом их опасность. Гигиеническое значение состоит в том, что, не являясь причиной заболевания, они способны вызывать предпатологические неспецифические изменения в организме.

В условиях повышенной электрификации населенных мест все острее актуализируется вопрос электромагнитного загрязнения условий проживания. Ученые всего мира бьют тревогу, стараясь предотвратить неблагоприятные последствия длительного воздействия электромагнитных излучений на организм человека. Следовательно, эколого-гигиеническая оценка воздушной среды закрытых помещений очень важна. Эти вопросы входят в круг обязанностей врачей.

Цель занятия: рассмотреть экологические и медицинские последствия загрязнения внутренней среды закрытых помещений и меры защиты от воздействия неблагоприятных факторов внутренней среды помещений.

Задачи:

□ показать взаимосвязь между состоянием воздушной среды помещений и заболеваемостью населения;

- ❑ научиться оценивать степень влияния загрязнения воздушной среды жилых и общественных зданий;
- ❑ научиться разрабатывать профилактические мероприятия, направленные на оздоровление воздушной среды закрытых помещений с целью снижения неблагоприятного влияния на здоровье человека.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для полного усвоения темы студентам необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- ❑ микробиология, вирусология, иммунология — «Экологические среды микроорганизмов. Микрофлора воздуха»;
- ❑ медицинская биология и генетика — «Вредное влияние на организм электромагнитных полей», «Организм как среда обитания. Взаимодействие паразита и хозяина на уровне особи и на уровне популяции»;
- ❑ общая гигиена — «Гигиена воздушной среды. Влияние микроклимата помещений на здоровье человека».

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Основные загрязнители воздуха обитаемых помещений, их характеристика.
2. Характеристика различных видов вентиляции.
3. Методы определения эффективности вентиляции.
4. Основные параметры микроклимата помещений, их нормирование.

Вопросы по теме занятия

1. Значение жилища и гигиеническая характеристика.
2. Характеристика факторов воздушной среды закрытых помещений, оказывающих влияние на здоровье людей:
 - ❑ табачный дым;
 - ❑ формальдегид и другие токсические вещества;
 - ❑ биологические факторы;

- природный газ и продукты его сгорания;
- электромагнитные поля.

3. Источники загрязнения воздушной среды жилых и общественных зданий.

4. «Синдром больных зданий», причины развития, клинические проявления, профилактика.

5. Влияние электромагнитных излучений на организм человека в реальных условиях проживания.

6. Основные направления профилактики неблагоприятного влияния электромагнитных излучений на организм человека.

7.2. Химический состав воздуха в помещениях

Жители городов до 90 % своей жизни проводят в закрытом помещении, следовательно, внутренняя среда жилых и общественных зданий должна служить предметом пристального внимания врачей.

Обеспечение полного комфорта в современных закрытых помещениях может быть достигнуто при условии создания микроклиматического и воздушного комфорта. В связи с разработкой и внедрением в самые различные отрасли народного хозяйства, в частности в гражданское строительство и быт, новых химических веществ воздушная среда современных жилых и общественных зданий имеет многокомпонентный химический состав. В зданиях формируется особая воздушная среда, которая находится в зависимости от состояния атмосферного воздуха и мощности внутренних источников загрязнения, к которым в первую очередь относятся продукты деструкции отделочных полимерных материалов, жизнедеятельности человека, неполного сгорания газа и др.

Качество воздуха закрытых помещений по химическому составу в значительной степени зависит от качества окружающего атмосферного воздуха. На основании изучения концентрации одного из наиболее распространенных загрязнителей атмосферы — *диоксида серы* (SO_2) — специалисты отмечают наличие определенного параллелизма в наружных и внутренних концентрациях этого вещества.

Концентрация CO_2 внутри помещения составляет примерно 35 % от ее содержания в атмосферном воздухе. Это различие может быть объяснено сорбцией вещества на ограждающих конструкциях зданий, предметах отделки интерьера помещений (шерстяные ковры, бумажные обои, некоторые виды красок и др.).

При сравнительном изучении внутренних и наружных концентраций *оксида углерода* (СО), которая может проявляться не только вследствие загрязнения атмосферы автотранспортом, но и за счет образования внутри зданий, подобной четкой закономерности не наблюдалось. В одних случаях отмечались более высокие концентрации внутри помещений, в других — содержание СО внутри помещений при закрытых окнах было 77 % от наружного. Концентрация двуокиси азота внутри помещений составила примерно 60 % содержания ее в атмосферном воздухе.

Интересны исследования взаимного влияния внутренней среды жилых и общественных зданий и окружающей среды. Масс-спектрометрическим анализом установлено, что жилые и общественные здания являются источником загрязнения окружающей среды такими веществами, как аммиак, демитиламин, окислы азота, окись и двуокись углерода, сероводород, пропиламин, меркаптан, фенол, толуол, метанол, винилацетат, крезол и др. Все эти вещества являются либо продуктами жизнедеятельности человека, либо продуктами деструкции полимерных материалов.

Мощными источниками выделения токсических веществ (окислы азота, окись углерода, соединения серы, аммиака, аминокислоты) оказались газифицированные (снабженные *газовым топливом*) здания (в сравнении с электрифицированными).

Административные здания из-за отсутствия мусоропроводов, процессов стирки, приготовления пищи и т.п. выделяют в 2,5 раза меньше вредных веществ, чем жилые.

Исследованиями установлено, что концентрации отдельных химических веществ в воздухе жилых помещений превосходят уровень ПДК для атмосферного воздуха даже при отсутствии внутреннего источника загрязнения. Внутри жилых помещений загрязнение воздуха фенолом, формальдегидом, ацетоном, двуокисью азота выше, чем в наружном воздухе. Особенно это проявляется на уровне первого этажа. Вертикальное распространение атмосферных загрязнений происходит неодинаково. Концентрации формальдегида,

двуокиси азота и ацетона повышаются с увеличением высоты; наибольшие отмечаются на уровне третьего этажа.

В закрытых незаселенных жилых помещениях обнаружены более высокие концентрации сернистого газа, чем в наружном воздухе. Это объясняется способностью сернистого газа сорбироваться и накапливаться на поверхности отделочных строительных материалов (штукатурка, краска, обои, напольные покрытия). Наибольшее количество сернистого газа сорбировалось на полимерных покрытиях (синтетические ковры, линолеум, краска). Таким образом, здания не защищают жителей от загрязнений, содержащихся в атмосферном воздухе, и химическая нагрузка на человека в помещениях в ряде случаев превышает ту, которую он испытывает снаружи.

Один из внутренних источников химического загрязнения воздушной среды закрытых помещений — *продукты жизнедеятельности человека*, образующиеся в процессе метаболизма — антропо-токсины. Особое значение для формирования состава воздуха закрытых помещений имеют окись и двуокись углерода, алифатические углеводороды, аммиак, амины, кетоны, фенол, ацетон, сернистый водород, спирты, жирные кислоты.

Установлено, что воздушная среда неventилируемых помещений ухудшается пропорционально числу лиц и времени их пребывания в помещении. При этом обнаружено, что в неventилируемом помещении диметиламины и сероводород превышают ПДК для атмосферного воздуха. Превышают ПДК или находятся на их уровне и такие вещества, как двуокись и окись углерода, аммиак.

При горении газа особенно высоки концентрации окиси углерода. При часовой эксплуатации двухкомфорочной плиты отмечается концентрация окиси углерода $10\text{--}12\text{ мг/м}^3$, окислов азота — $0,11\text{ мг/м}^3$.

Горение газа значительно загрязняет воздух кухонь: повышает температура и относительная влажность воздуха, у испытуемых отмечается снижение оксигемоглобина в крови и истощение кислородных резервов организма (по данным функциональной пробы с физической нагрузкой); наблюдается некоторое ухудшение функционального состояния ЦНС.

В современных типовых газифицированных квартирах с одинаковыми условиями воздухообмена ($100\text{ м}^3/\text{ч}$) при горении газа

концентрации окиси углерода, окислов азота и формальдегида превышают ПДК для атмосферного воздуха не только в кухне, но и в жилых комнатах.

Один из самых мощных источников загрязнения воздушной среды закрытых помещений — *строительные и отделочные материалы, изготовленные из полимеров*.

Область применения полимерных материалов обширна. В настоящее время только в коммунальном строительстве номенклатура полимерных материалов насчитывает около 100 наименований. Строительные полимерные материалы используются для покрытия полов, стен, теплоизоляции наружной кровли, гидроизоляции, герметизации и облицовки навесных панелей, изготовления оконных блоков и дверей, объемных элементов сборных домов.

Широта применения полимерных материалов и целесообразность их использования в строительстве жилых и общественных зданий определяется рядом положительных свойств, облегчающих их использование, улучшающих качество строительства, удешевляющих его. Однако результаты многочисленных исследований показывают, что практически все полимеры — источник миграции в воздушную среду тех или иных токсических химических веществ, оказывающих вредное влияние на здоровье. Так, *поливинилхлоридные материалы* (поливинилхлорид — один из самых распространенных видов полимеров, используемых в отделке современных жилых и общественных зданий) являются источниками выделения в воздушную среду бензола, толуола, этилбензола, циклогексана, ксилола, бутилового спирта и других углеводородов.

Древесно-стружечные плиты на фенолформальдегидной и мочевиноформальдегидной основе загрязняют воздушную среду жилых и общественных зданий фенолом, формальдегидом, аммиаком.

Стеклопластики на основе различных смесей, применяемые в строительстве, звуко- и теплоизоляции, выделяют в воздушную среду значительное количество ацетона, метакриловой кислоты, толуола, бутанола, формальдегида, фенола, стирола.

Лакокрасочные покрытия и клейсодержащие вещества также являются источниками загрязнения воздушной среды закрытых помещений следующими веществами: толуолом, бутилметакрилатом, бутилацетатом, этилацетатом, ксилолом, стиролом, ацетоном, бутанолом, этиленгликолем и др.

Ковровые изделия из химических волокон выделяют стирол, изофенол, сернистый ангидрид в значительных концентрациях.

Интенсивность выделения летучих веществ зависит от условий эксплуатации полимерных материалов — температуры, влажности, кратности воздухообмена, времени эксплуатации, насыщенности материалом. Количество вредных веществ в воздушной среде помещения возрастает в зависимости от «насыщенности» его полимерным материалом.

Существенный недостаток полимеров — способность к накоплению больших зарядов статистического электричества, связанная с их диэлектрическими свойствами. Длительное воздействие статического электричества вредно для здоровья. Наличие зарядов на поверхности пола и ограждающих конструкций ухудшает некоторые показатели воздушной среды и затрудняет уборку помещений. Рекомендуемый допустимый уровень напряженности электрического поля статического электричества — 150 В/см.

7.3. Характеристика факторов воздушной среды закрытых помещений, оказывающих влияние на здоровье людей

Самый мощный загрязняющий компонент закрытых помещений — **табачный дым**. В процессе горения табака возникает около 600 различных химических соединений, которые могут обладать канцерогенным, токсическим, аллергенным и другим действием. К ним относятся оксид углерода, нитрозамины, альдегиды, никотин, бензпирен, акролеин и др. Ежегодно во всем мире курение является причиной около 3 млн смертей. При сгорании табака воздушная среда загрязняется за счет двух механизмов — основного и косвенного. Основной путь попадания продуктов горения связан с затягиванием курильщиком табачного дыма, косвенный — с процессом тления сигареты, которое продолжается 8–10 мин. Табачный дым опасен не только активным курильщикам, но и пассивным. Пассивное курение особенно вредно для детей, поскольку они более чувствительны к действию табачного дыма.

Источник множества различных загрязнителей — **природный газ**. Это многокомпонентная система, состоящая из десятков различных соединений. Среди них одоранты, газообразные углеводороды, ядовитые металлоорганические комплексы, радиоактивный радон; продукты неполного сгорания (оксид углерода, диоксид азота, аэрозольные органические частицы, полициклические ароматические углеводороды). Все они могут действовать как сами по себе, так и в сочетании друг с другом, обладая эффектом синергизма. Одоранты — серосодержащие органические ароматические соединения (меркаптаны, тиоэфиры и др.), обладающие токсическим действием, раздражающим глаза, кожу. При сгорании газа образуются аэрозоли, которые содержат канцерогенные органические соединения, а также некоторые летучие органические соединения, к которым относится формальдегид. Эти компоненты могут оказывать аллергическое действие на организм.

К **биологическим факторам**, загрязняющим воздушную среду помещений, относятся клещи домашней пыли, вызывающие аллергии.

В учреждениях при применении копировальной техники происходит накопление *озона*. Пластмассовые корпуса мониторов способны выделять трифенилфосфат, который относится к фосфорорганическим соединениям и может вызывать аллергические реакции. На самочувствие человека влияет и содержание аэроионов. В плохо проветриваемых помещениях содержание положительных аэроионов возрастает и является одной из причин «синдрома больного здания». Наиболее распространенные симптомы этого синдрома — сонливость, ощущение заложенности носа, сухости в горле, головная боль, раздражение и сухость глаз и другие неспецифические реакции.

В настоящее время возросла энергонасыщенность жилых помещений, домов, офисов за счет применения электроприборов, которые являются источниками электрических и магнитных полей. Всю совокупность электромагнитных полей называют электромогом.

Электромагнитное загрязнение — состояние, при котором население находится под воздействием низкочастотного (НЧ) и среднечастотного (СЧ) электромагнитного поля (ЭМП), превышающего допустимые по санитарным нормам уровни.

Внешние источники НЧ и СЧ ЭМП располагаются на селитебной территории, внутренние (отдельные виды товаров народного потребления) — непосредственно в жилых или смежных помещениях. И внешние, и внутренние источники НЧ и СЧ ЭМП оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье населения в случае превышения допустимых санитарными нормами уровней.

Воздействие НЧ и СЧ ЭМП на население бывает непрерывное и прерывистое, общее и местное, комбинированное от нескольких источников, совместное с другими неблагоприятными факторами жилой среды.

Длительное воздействие на организм человека НЧ ЭМП вызывает:

- раздражительность, нетерпеливость, суетливость, нарушение внимания, памяти, сна, повышенную утомляемость;

- напряжение гуморального звена иммунитета, а также разбалансированность механизмов иммунитета;

- изменение биоэлектрической активности головного мозга;

- снижение адаптационных резервов психики;

- ухудшение психофизиологического состояния человека;

- изменения вегетативных функций;

- снижение функции оплодотворения у мужчин;

- сосудистые изменения сетчатки глаза;

- возможность развития лейкозиев.

Длительное воздействие СЧ ЭМП способствует:

- повышенной утомляемости, нарушению внимания, памяти, сна, раздражительности;

- астеническому синдрому;

- астеновегетативному синдрому;

- гипоталамическому синдрому;

- обострению хронических заболеваний;

- усугублению течения общих заболеваний (болезней крови, гипертонии и др.).

Наиболее чувствительны к НЧ и СЧ ЭМП следующие системы организма:

- нервная — изменение функции гематоэнцефалического барьера, влияние ЭМИ на глиальную ткань мозга, мембраны нейронов, память, условно-рефлекторную деятельность;

□ иммунная — снижение фагоцитарной функции нейтрофилов, изменение комплементарной активности сыворотки крови, развитие аутоиммунитета;

□ эндокринная — изменения в гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системе;

□ половая — дегенерация, пикноз клеточных элементов сперматогенного эпителия, изменения в соотношении клеточных форм, цитохимические сдвиги, гормональные нарушения.

Единица измерения электрической составляющей поля НЧ и СЧ диапазона — величина напряжения, приходящаяся на единицу длины: вольт, деленный на метр (В/м), или киловольт, деленный на метр (кВ/м).

Единица измерения магнитной составляющей поля НЧ и СЧ диапазона — величина напряжения, приходящаяся на единицу длины, т.е. ампер, деленный на метр (А/м), и магнитная индукция — микротесла (мкТл) или нанотесла (нТл).

Источники низкочастотного электромагнитного излучения (НЧ ЭМИ) делятся на внешние и внутренние.

К *внешним источникам* относят линии электропередачи различного напряжения, трансформаторные и силовые подстанции, электростанции, открытые распределительные устройства, электроустановки.

Источником излучения энергии (электромагнитная энергия поля промышленной частоты 50 Гц) в окружающее пространство являются провода — линии электропередачи различного напряжения (ЛЭП). Напряженность полей под ЛЭП зависит от класса напряжения (электрическое поле), нагрузки (магнитное поле), высоты подвески, расстояния между проводами, растительного покрова рельефа под линией. Уровни напряженности электрического поля тока промышленной частоты достигают у зданий 1,2–182 В/м в зависимости от расстояния, что значительно меньше допустимого уровня (на территории жилой застройки — 1000 В/м; в жилых помещениях — 500 В/м) и не ведет к существенному увеличению электромагнитной нагрузки на население. Магнитная индукция у зданий достигает 250–560 нТл, превышая рекомендуемый безопасный уровень 200 нТл (Швеция). Население, проживающее вблизи ЛЭП, подвергается воздействию ЭМП 24 ч в сутки, вследствие

чего нагрузка магнитного поля, уровни которого превышают рекомендуемый в 1,2–2,3 раза, значительна.

Зоны неблагоприятного влияния ЛЭП на население могут составлять от 20 до 200 м и более по обе стороны от крайних проводов (в основном из-за магнитной составляющей поля).

Трансформаторные и силовые подстанции, электростанции, открытые распределительные устройства, электроустановки на территориях городов и населенных пунктов значительно (250–1000 м) удалены от жилых зданий и территорий жилой застройки, на которых они формируют напряженность электрического поля, равную 1,0–3,0 В/м, и уровни магнитной индукции в данном случае составляют 40–80 нТл, что значительно ниже установленных нормативов по электрической составляющей поля (500 и 1000 В/м) и рекомендуемых уровней по магнитной составляющей поля (200 нТл, Швеция). В связи с этим они не оказывают существенного влияния на электромагнитный фон данных территорий.

К *внутренним источникам* относят силовые кабели, кабельные линии, распределительные пункты электропитания в жилых зданиях. Воздействию высоких уровней НЧ ЭМП подвергаются лица, проживающие в комнатах, смежных с данными источниками. Максимальные значения напряженности электрического поля (180–280 В/м) (ПДУ — 500 В/м) и магнитной индукции поля (800–2600 нТл) регистрируются непосредственно у стены, за которой расположен источник НЧ ЭМП, причем наибольший вклад вносят общий силовой кабель (2600 нТл), распределительный пункт электропитания (1600 нТл) и кабельная линия (800 нТл). Уровни напряженности электрического поля, регистрируемые в квартирах от данных источников, не превышают допустимого уровня 500 В/м, в то время как безопасный уровень (0,2 мкТл, Швеция) магнитной составляющей поля в квартирах от силовых кабелей, кабельных линий и распределительных пунктов электропитания достигается на расстоянии 3,0–3,5 м от источника. В результате этого люди, проживающие в комнатах, смежных с данными источниками, подвергаются воздействию высоких уровней магнитной индукции (превышающих рекомендуемый безопасный уровень в 4–13 раз) круглосуточно. Электробытовая техника также относится к внутренним ЭМИ. Сила излучения этих приборов зависит от продолжительности их эксплуатации в течение суток.

Электробытовая техника, в свою очередь, подразделяется на 3 группы:

1) изделия, предназначенные для круглосуточной эксплуатации, — холодильники, морозильники, вентиляторы, кондиционеры и др.;

2) изделия, предназначенные для длительной эксплуатации (от 1 до 6 ч в сут.), — стиральные и швейные машины, воздухоочистители для кухонь, ПЭВМ, видео- и аудиоаппаратура, телевизоры и др.;

3) изделия, предназначенные для кратковременной эксплуатации (менее 1 ч в сутки), — пылесосы, печи СВЧ, мясорубки, миксеры, кофемолки, утюги, фены и др.

На общий уровень электромагнитного загрязнения в жилых помещениях влияет работа контактирующих (миксер, утюг, фен, электробритва, электродрель и т.д.) и не контактирующих с человеком (холодильник, стиральная машина, телевизор, печь СВЧ, радиоприемник, чайник, тостер и т.д.) электробытовых приборов.

Уровни напряженности электрического поля у поверхности данных изделий составляют от 160 до 420 В/м, т.е. они не превышают гигиенический норматив 500 В/м. Уровни же магнитной индукции поля у этих изделий достигают 0,12–11,6 мкТл, что указывает на превышение безопасного уровня (0,2 мкТл, Швеция) в 2–58 раз. Рекомендательный безопасный для человека уровень 0,2 мкТл достигается на расстояниях от 0,8 до 1,0 м от изделия.

По уровням магнитного поля самыми неблагоприятными являются печь СВЧ, электрическая плита, электрообогреватель, морозильник, пылесос, холодильник, люминесцентная лампа (1,8–11,6 мкТл).

Таким образом, электробытовые изделия — значительный источник НЧ ЭМП, оказывающий неблагоприятное воздействие на здоровье человека.

Основой профилактики неблагоприятного воздействия ЭМИ НЧ и СЧ диапазона на здоровье населения является обеспечение соблюдения гигиенических регламентов данного фактора на селитебной территории и в жилых помещениях, что достигается тремя основными направлениями деятельности:

□ борьбой с электромагнитными излучениями НЧ и СЧ диапазона в источнике их образования — внедрение современных технологий при производстве, передаче и распределении электромагнитных излучений;

□ борьбой с электромагнитными излучениями НЧ и СЧ диапазона на пути распространения — метод изоляции источника ЭМП; метод поглощения ЭМП, т.е. экранирование ЭМП на пути распространения поглощающими материалами и конструкциями; метод удаления от источника до соответствия уровней ЭМП гигиеническим нормативам;

□ организационными мероприятиями метод защиты временем (снижение времени воздействия источника на население) и др.

Ввод в эксплуатацию жилых домов и помещений, законченных строительством, реконструированных, после капитального ремонта, в том числе отдельных инженерных сетей жилых зданий (водоснабжение, канализация, отопление, вентиляция), без заключения территориальных органов и учреждений госсаннадзора не допускается.

Ввод в эксплуатацию законченных строительством жилых домов и помещений или отдельный поэтапный ввод инженерных сетей разрешается после получения положительных результатов инструментальных и лабораторных исследований, в том числе качества питьевой воды, физических факторов (при наличии их источников внутри здания), а также микроклимата (при необходимости).

Лабораторные и инструментальные исследования перед вводом в эксплуатацию законченных строительством, реконструкцией и капитальным ремонтом жилых домов и помещений, а также при их текущей эксплуатации обеспечиваются предприятиями, организациями, учреждениями и частными лицами, в ведении которых находится жилой фонд.

7.4. Эколого–гигиенические основы создания благоприятной жилой среды

Имеется много данных о влиянии атмосферных загрязнений на состояние здоровья человека. В настоящее время отмечено большое количество случаев токсичных туманов, каждый из которых сопровождается ростом заболеваемости и смертности. В районах с загрязненным атмосферным воздухом отмечена более высокая заболеваемость органов дыхания, конъюнктивитами, кожными, аллергическими и другими заболеваниями.

Заболеваемость в городах значительно выше, чем в сельской местности. Урбанизация определяет характер и частоту многих болезней нервной системы. С условиями жизни в городах связаны и особенности распространения индивидуальных заболеваний. Установлена зависимость роста острых респираторных заболеваний и гриппа от частоты внутригородских контактов. Особую опасность приобретает туберкулезная инфекция.

Практика показывает, что существенную роль в перспективном преобразовании играет система общегосударственных мероприятий, направленных на улучшение производительных сил, сдерживания роста крупных городов, охрану атмосферного воздуха, водоемов и почвы от загрязнения.

На оздоровление условий жизни направлены планировочные, технические, санитарно-технические и организационные мероприятия.

Большое значение имеет лабораторный контроль за состоянием атмосферного воздуха, а практическое внедрение системы автоматического контроля и сбора информации о загрязнении атмосферы позволяет более полно изучать влияние факторов окружающей среды на здоровье человека.

Качество среды обитания человека регламентируется СНиПами, СанПиНами и рядом санитарно-гигиенических нормативов для отдельных факторов окружающей среды.

Гигиенические требования к жилищу включают создание:

- ❑ благоприятных пространственных параметров квартиры (площадь на одного человека, высота помещения, подсобные помещения, открытые помещения);

- ❑ оптимального микроклимата;

- ❑ достаточного естественного и искусственного освещения;

- ❑ благоприятного состояния воздушной среды в помещении (величина воздушного куба на одного человека, содержание в воздухе антропоксинов и других токсических веществ, пыли, микроорганизмов);

- ❑ благоприятных условий для труда, отдыха и сна людей;

- ❑ оптимальных условий для хозяйственно-бытовых целей, воспитания детей;

- ❑ условий для эстетического оформления интерьера жилища.

При оценке качества жилой среды необходимо учитывать суммирование факторов риска в каждом объекте урбанизированной

среды. Опыт исследований авторов позволяет выдвинуть следующую концептуальную схему обеспечения здоровых условий жизни в данном типе населенных мест (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Основы обеспечения экологически полноценной и гигиенически благоприятной жилой среды

Целевая установка	Принципы и критериальные показатели
Обеспечение полноценного осуществления социальных и биологических функций человека	<p>Состояние полного физического, духовного и социального благополучия для всех групп населения.</p> <p>Безопасность генофонда человека при длительном проживании.</p> <p>Высокая эффективность восстановительных процессов и возможность полноценного отдыха в жилище и рекреации «на природе», обеспечивающие поддержание адаптационных возможностей организма человека</p>
Безопасность наружной жилой и внутрижилищной среды	<p>Отсутствие негативных факторов в жилом районе и наличие условий для здорового образа жизни.</p> <p>Соответствие качества земельного участка застройки санитарно-гигиеническим требованиям.</p> <p>Уровни шума, инфразвука, вибрации, электрического магнитного поля, содержание радионуклидов и радона не более допустимых уровней риска</p>
Мониторинг жилой среды как экосистемы	<p>Выявление причинных факторов в жилой среде: асбест, радон, радионуклиды, 3,4-бенз(а)пирен, ртуть, споры грибов, продукты миграции химических веществ из строительных материалов.</p> <p>Установление относительных условий, способствующих повышению заболеваемости населения и определению модифицирующих факторов, влияющих на условия дискомфорта.</p> <p>Установление корреляционных связей между качеством жилой среды и состоянием здоровья населения в зависимости от аллергенных факторов.</p> <p>Определение состояния здоровья и эффективность оздоровительных мероприятий по оптимизации жилищной среды в домах разных типов</p>
Методы контроля, индикаторы и механизмы охраны среды	<p>Классификация качества жилой среды на основе эколого-гигиенического подхода.</p> <p>Методика экспертизы и сертификации строительных материалов и технологических средств управления качеством жилой среды.</p>

Окончание табл. 7.1

Целевая установка	Принципы и критериальные показатели
Методы контроля, индикаторы и механизмы охраны среды	<p>Эколого-гигиенический паспорт для жилых и общественных зданий и жилых микрорайонов.</p> <p>Нормативно-методические эколого-гигиенические основы мониторинга жилой среды.</p> <p>Нормативно-правовое обеспечение в виде современных эколого-гигиенических и строительных документов (СанПиНы, СНиПы, ГОСТы, ТУ)</p>

Основной элемент жилища — квартира, в состав которой входят:

- ☐ жилые помещения (спальни, общая комната, кабинет);
- ☐ подсобные помещения (кухня, ванная, туалет, душевая, коридор);
- ☐ открытые помещения (лоджии, балконы, веранды).

Спальни должны быть ориентированы на юг, не должны проектироваться проходными комнатами. Общая комната может быть проходной и ориентироваться на любой румб, кухня — на северные румбы. Минимальный размер кухни около 7 м². В случае использования кухни в качестве столовой ее размеры должны увеличиваться до 12 м².

Размер передней должен быть не менее 4,5 м², ванной — не менее 2,5 м² (до 12 м²). Минимальная площадь туалетной комнаты — 1,5 м². Площадь кладовых может колебаться от 1,5 до 6,0 м².

Гигиеническая оценка квартиры включает не только набор помещений, но и их планировку: условия аэрации, проветривания, отопления, инсоляции, естественной освещенности.

С гигиенической точки зрения наиболее благоприятна двусторонняя планировка. При этом обеспечивается сквозное проветривание.

Общежития, в отличие от домов с квартирами для семейных, предназначаются для одиноко проживающих рабочих, студентов высших и средних учебных специальных заведений.

Жилые дома и жилые помещения по своему техническому состоянию, составу, площади, расположению и оборудованию должны создавать благоприятные условия для здоровья проживающих.

При размещении и проектировании жилых зданий должна учитываться степень радоноопасности и возможность наличия техногенного радиоактивного загрязнения на участке застройки.

Архитектурно-планировочные и конструктивные решения жилых зданий и помещений должны отвечать требованиям действующего СНБ 3.02.04–03 «Жилые здания».

Перепрофилирование части жилого дома или использование ее под помещения иного назначения допускается при наличии решения местных исполнительных и распорядительных органов о выводе данных помещений из состава помещений жилого назначения и только по согласованию с органами и учреждениями госсаннадзора в соответствии с требованиями действующих санитарных правил и норм. При проектировании и строительстве жилых домов должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие доступ к ним и условия проживания для инвалидов-колясочников.

При проектировании реконструкции и капитального ремонта жилых домов и помещений в зависимости от конкретных условий следует максимально предусматривать благоустройство территории, оборудование систем холодного и горячего водоснабжения, хозяйственно-фекальной и ливневой канализации, отопления, электроснабжения, мусоропровод, лифт и другие необходимые инженерные коммуникации.

Не допускается размещение в жилых домах объектов производственной деятельности, торговли, культурно-массовой работы, спортивных сооружений, предприятий бытового обслуживания, лечебно-профилактических организаций, которые являются источником выделения в воздушную среду жилых помещений и в атмосферный воздух повышенных концентраций вредных веществ, создают превышение допустимых уровней различных излучений, шума и вибрации, а также оказывают негативное влияние на микроклимат и другие показатели качества внутренней среды помещений, условия проживания населения, способствуют распространению инфекционных заболеваний.

Главная гигиеническая норма для общежитий: площадь спален на одного человека — не менее 6 м², высота — не менее 2,7 м.

Дополнительно в общежитиях, предназначенных более чем для 300 человек, предусматриваются столовая общественного питания, прачечная и медицинский пункт.

Жилые дома и помещения должны, как правило, оборудоваться системами холодного и горячего водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции с естественным побуждением, электро- и газо-

снабжения. Естественную вентиляцию жилых и вспомогательных помещений необходимо осуществлять через форточки, фрамуги, специальные створки, вентиляционные каналы. Вытяжные отверстия вентиляционных каналов устраиваются в санитарных узлах (ванна, туалет) и на кухнях.

Система отопления и вентиляции, конструкция зданий должны обеспечивать **гигиенические нормативы** качества воздуха, уровня шума и вибрации, а также микроклимат в жилых помещениях (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Оптимальные показатели микроклимата в жилых помещениях

Показатели микроклимата	Период года	
	холодный и переходный	теплый
Температура воздуха, °С	20–22	21–25
Относительная влажность, %	30–45	30–60
Скорость движения воздуха, м/с	0,1–0,15	Не более 0,25
Температурный перепад между температурой воздуха помещений и стен, °С	Не более 6	—
Температурный перепад между температурой воздуха помещений и пола, °С	2	—

Допустимые показатели микроклимата в жилых помещениях в отопительный период:

- ☐ температура воздуха — +18 °С;
- ☐ относительная влажность — 30–60 %;
- ☐ скорость движения воздуха — не более 0,3 м/с;
- ☐ температурный перепад между температурой воздуха помещений и стен — не более 6 °С;
- ☐ температурный перепад между температурой воздуха помещений и пола — не более 2 °С.

Архитектурно-планировочные решения жилища должны обеспечить комфортную внутреннюю среду помещений, т.е. благоприятный микроклимат и хорошую естественную освещенность.

Система отопления должна обеспечивать равномерный прогрев воздуха в течение всего отопительного периода, быть удобной в эксплуатации и регулировании.

В жилых помещениях используется водяное отопление, которое равномерно нагревает воздух с помощью конвекции при температуре радиаторов не выше 70 °С.

Панельное отопление основано на теплоотдаче излучением. Нагревательный прибор — панель (стена), потолок или пол помещения. Наиболее благоприятной является температура стенных панелей 40–45 °С, потолка — 28–30 °С, пола — 25–27 °С. Кратность воздухообмена должна составлять 1–1,5 в час. В современных квартирах осуществляется комбинированная система вентиляции, т.е. в кухонно-санитарном блоке организована искусственная вытяжная вентиляция, в жилых комнатах — приточная.

Концентрация вредных веществ и примесей в воздухе жилых помещений не должна превышать ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Уровни шума, инфразвука, вибрации, ионизирующих излучений и электромагнитных полей от внутренних и внешних источников в жилых помещениях и на прилегающей территории не должны превышать значений, установленных действующими СанПиНами.

Естественная освещенность определяется ориентацией здания, этажностью, размерами окон, наличием балконов и т.п. Коэффициент светового освещения (КЕО) — 0,5 %, световой коэффициент для жилых комнат — 1:8. Наибольшее гигиеническое значение имеет инсоляция. Непрерывная инсоляция в северных районах должна быть не менее 3 ч, летом в центральных районах не менее 2,5 ч.

Искусственное освещение должно соответствовать назначению помещений, быть достаточным, регулируемым и безопасным, не оказывать слепящего действия и другого неблагоприятного влияния на человека и внутреннюю среду помещений.

Средняя освещенность жилых комнат в квартирах и общежитиях при совместном действии всех светильников должна быть 75 лк, в кухне квартир и общежитий — до 100 лк, санитарных узлов — 30 лк.

Практическая работа 7

На основании данных табл. 7.3 охарактеризуйте основные внешние и внутренние источники низкочастотных электромагнитных полей.

Изучите субъективную реакцию организма на низкочастотные электромагнитные поля и влияние на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы в реальных условиях проживания. (Методика разработана на кафедре общей гигиены, экологии и радиационной медицины УО «Гомельский государственный медицинский университет».)

Задание 1. Результаты обследования занесите в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Критерии оценки влияния ЭМП

Критерии оценки влияния ЭМП	Норматив	Результаты обследования	Оценка в баллах
Место прохождения электрических силовых кабелей	По не смежным с жилыми комнатами стенам		
Расположение пунктов электропитания	Должны располагаться в помещениях, граничащих со вспомогательными помещениями смежных квартир		
Размещение силовых кабелей, кабельных линий и распределительных пунктов электропитания	На расстоянии не менее 3,5 м от внешних стен жилых помещений		
Наличие общего контура заземления	Трехполюсные розетки: «фаза — ноль» и заземленная нейтраль		
Размещение мест отдыха и частого нахождения людей (кровать, кресло, стулья, столы и т.п.)	Вдали от источников ЭМП, не менее 1,5–2,0 м		
Время работы с электробытовой техникой в течение суток (миксер, фен, кофемолка, кухонный комбайн)	Необходимо уменьшать время контакта с электробытовыми приборами в процессе эксплуатации		

Окончание табл. 7.3

Критерии оценки влияния ЭМП	Норматив	Результаты обследования	Оценка в баллах
Размещение холодильника, электроплит, печи СВЧ, обогревателя, стиральной машины, чайника и др.	Минимальное расстояние нахождения людей должно быть не менее 1,5–2,5 м		
Совместное размещение электроприборов (на холодильнике СВЧ-печь и т.п.)	Запрещается		
Расстояние от телеприемников	Не менее 1,5–2,5 м от любой поверхности телеприемника		
Выключение из электросети приборов после эксплуатации	Не оставлять включенными в сеть в режиме «ожидания»		
Расположение рабочих мест	На расстоянии 20–35 см от розеток, скрытой в стене электропроводки и проводов		
При наличии компьютера время непрерывной работы за монитором	Не более 45 мин		
Время использования сотовой связи в течение суток	Не более 0,5 ч в течение суток, не более 3 мин непрерывного использования		

Если показатель соответствует норме, то ставится 0 баллов, если не соответствует — 1 балл.

Оценка результатов:

- ☐ 1–4 балла — слабое;
- ☐ 5–8 баллов — среднее;
- ☐ 9–13 баллов — сильное.

Задание 2. Ответьте на вопросы для оценки влияния ЭМП на организм человека.

Вопросы для определения общих симптомов:

1. Отмечаете ли вы нарушение концентрации внимания?
2. Бывают ли у вас головные боли?

3. Ощущаете ли вы общую слабость, потерю сил?
4. Отмечается ли у вас снижение работоспособности?
5. Чувствуете ли вы непроходящую усталость?
6. Бывают ли у вас приступы головокружения?
7. Отмечается ли у вас плохой, поверхностный сон?
8. Отмечаете ли вы снижение потенции?
9. Ощущаете ли вы состояние внутреннего опустошения?
10. Отмечается ли у вас нестабильность температуры тела?
11. Наблюдаются ли у вас аллергические реакции?

Вопросы для определения симптомов со стороны нервной системы:

1. Отмечаете ли вы функциональные нарушения центральной и вегетативной нервной системы (чувство тревоги, повышенную возбужденность и т.п.)?
2. Характерны ли для вас неврастенические проявления (раздражительность, агрессивность и т.п.)?
3. Отмечаете ли вы склонность к потливости?
4. Отмечаете ли вы легкое дрожание пальцев?

Вопросы для определения симптомов со стороны сердечно-сосудистой системы:

1. Отмечаете ли вы нарушения сердечного ритма?
2. Отмечаете ли вы нестабильность артериального давления?
3. Бывают ли у вас обморочные состояния?
4. Бывают ли у вас неприятные ощущения, боли в области сердца?
5. Если ли у вас изменения со стороны ЭКГ?

За каждый положительный ответ поставьте 1 балл; за каждый отрицательный — 0 баллов.

Если вы набрали до 7 баллов, отмечается слабое воздействие ЭМП; 8–14 — наблюдается средняя степень выраженности воздействия; 15–20 — сильное воздействие.

На основе результатов исследования сделайте необходимые выводы и предложите комплекс рекомендаций по оптимизации условий проживания.

ГЛАВА 8. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

8.1. Мотивационная характеристика темы

Мониторинг окружающей среды (биосферы) (от лат. *monitor* — напоминающий, надзирающий, проверяющий) представляет собой государственную систему систематических наблюдений за состоянием физических, химических, биологических факторов окружающей среды. *Основная цель данных наблюдений в экологической медицине* — выявление и предупреждение критических антропогенных воздействий на разных уровнях экосистем (локальном, региональном, глобальном) регионов, целых континентов. Антропогенная контаминация разных сфер экосистем неблагоприятна и опасна для жизни, здоровья людей, живых организмов и сообществ. Контроль за изменениями в биосфере необходим для прогнозирования нежелательных последствий социально-гигиенических, демографических, биопродуктивных, климатических.

Врачу не обойтись без знания закономерностей природных явлений, лимитирующих факторов, групп эколого-медицинских рисков развития неинфекционной патологии для обоснования комплекса профилактических мероприятий по сохранению здоровья населения с учетом воздействия экологических факторов.

Цель занятия: разобрать организационные основы мониторинга окружающей среды и состояния здоровья населения; нормативно-правовую базу по охране биосферы и здоровья населения.

Задачи:

- изучить сущность и практическую значимость медико-экологической информационной системы (МЭИС) и мониторинга окружающей среды;
- ознакомиться с видами мониторинга;

- изучить основные нормативные правовые документы по охране окружающей среды и здоровья населения;
- усвоить практические навыки по решению ситуационных задач.

Требования к исходному уровню знаний студентов

Для полного усвоения темы студентам необходимо повторить материал из следующих дисциплин:

- общая и биоорганическая химия — «Химия окружающей среды»;
- медицинская биология и генетика — «Экосистема, биосфера, экология и практическая деятельность человека»;
- медицинская и биологическая физика — «Математическое моделирование в медицине».

Контрольные вопросы из смежных дисциплин

1. Дайте определение понятий «окружающая среда», «биосфера».
2. Охарактеризуйте основные экологические системы.
3. Круговорот веществ в биосфере, антропогенный круговорот веществ.
4. Биотические факторы окружающей среды и их характеристика.
5. Абиотические факторы окружающей среды и их характеристика.
6. Антропогенное и техногенное воздействие на биосферу.

Вопросы по теме занятия

1. Мониторинг, определение понятия.
2. Задачи мониторинга.
3. Значимость данных мониторинга для практической деятельности врача.
4. Биосферный (глобальный) мониторинг.
5. Международный мониторинг.
6. Региональный мониторинг.
7. Национальный мониторинг.

8. Локальный (местный) мониторинг.
9. Санитарно-гигиенический мониторинг.
10. Сущность медико-экологической информационной системы (МЭИС).
11. Основной закон Республики Беларусь — Конституция Республики Беларусь.
12. Закон «О санитарно-эпидемическом благополучии населения». Сущность и назначение мониторинга.
13. Положение о Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды по сохранению чистоты биосферы и здоровья населения.

8.2. Задачи, содержание и характеристики мониторинга

Контроль за состоянием окружающей среды в настоящее время является одной из важнейших задач системы управления охраной окружающей среды.

Термин «мониторинг» появился перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в дополнение к понятию «*контроль*».

Потребность в системах, собирающих информацию, анализирующих ее и предупреждающих о возможной опасности для человека или человеческого общества, первоначально стали возникать в гидрометеорологии.

Такие природные катаклизмы, как ураганы, землетрясения, извержения вулканов, приносили огромные разрушения и жертвы. Было необходимо создать и развить систему наблюдения и прогноза, позволяющую подготовиться населению к предстоящему испытанию.

Изначально стали развиваться системы мониторинга, наблюдающие изменения в природных средах, то есть **экологический мониторинг**. Применительно к таким задачам мониторинг определялся как комплексная система наблюдения за какими-либо объектами и явлениями природной среды и предупреждения об их появлении, изменении, создающихся критических ситуациях,

вредных или опасных для здоровья людей, организмов, природных и антропогенных объектов.

Система глобального мониторинга была разработана Р.Е. Мунном и одобрена I Межправительственным совещанием по мониторингу в рамках ЮНЕП (Программы ООН по окружающей среде), прошедшем в Найроби в 1974 г. Была принята программа глобальной системы мониторинга окружающей среды, включающая 7 направлений:

- организация и расширение системы предупреждения об угрозе здоровью человека;

- оценка глобального загрязнения атмосферы и его влияния на климат;

- оценка количества и распределения загрязнений в биологических средах, особенно в пищевых цепях;

- оценка критических проблем, возникающих в результате сельскохозяйственной деятельности и землепользования;

- оценка реакции наземных экосистем на воздействие окружающей среды;

- оценка загрязнения океана и влияния загрязнения на морские организмы;

- создание усовершенствованной системы предупреждений о стихийных бедствиях в международном масштабе.

Основные задачи мониторинга: наблюдение за состоянием биосферы, оценка и прогноз состояния природной среды, выявление факторов и источников антропогенных воздействий на окружающую среду, что в конечном счете формирует информационное обеспечение для принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности. В систему мониторинга входят следующие основные процедуры:

- выделение объекта наблюдения;

- обследование выделенного объекта наблюдения;

- составление информационной модели для объекта наблюдения;

- планирование измерений;

- оценка состояния объекта наблюдения и идентификации его информационной модели;

- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения;

□ представление информации в удобной для использования форме и доведение его до потребителя.

Основные цели экологического мониторинга состоят в обеспечении системы управления природоохранной деятельности и экологической безопасности современной и достоверной информацией, позволяющей:

□ оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека;

□ выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются;

□ создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб.

В соответствии с основными целями экологического мониторинга его функциями являются:

□ наблюдение за источниками антропогенного воздействия;

□ наблюдение за факторами антропогенного воздействия;

□ наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;

□ оценка фактического состояния природной среды;

□ прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

Выполнение этих функций позволяет исполнительным органам получить информацию, необходимую для:

□ планирования мероприятий по снижению загрязнения, выделения приоритетных сфер деятельности, контроля и оценки эффективности осуществления природоохранных мер;

□ разработки мер по сокращению загрязнения в тех районах, где оно достигло опасного уровня;

□ проверки соблюдения норм и стандартов качества природного объекта;

□ получения данных для проведения научных исследований, в частности, изучения воздействия экологических факторов на здо-

ровье человека и окружающую среду, введения соответствующих законодательных актов.

Мониторинг состояния, изменений природных и техногенных экосистем предполагает наличие широко разветвленной сети объектов наблюдения: глобальных биосферных; региональных геосистемных; локальных биоэкологических; санитарно-гигиенических; социально-демографических.

Биосферный мониторинг атмосферы, гидросферы, литосферы включает глобальные характеристики круговорота веществ; тепла; воды; CO_2 , O_2 , SO_2 , NO_2 , других загрязнителей в виде аэрозолей, туманов, смогов, пыли, аэронов.

Международный мониторинг предполагает слежение за общепланетарными процессами и явлениями, включая последствия антропогенных изменений климата; *региональный* — слежение за процессами и явлениями в пределах региона.

Национальный мониторинг — государственная система контроля за состоянием окружающей среды в пределах определенной территории национального государства; *локальный (местный) мониторинг* осуществляется, когда загрязнения не распространяются на значительные расстояния.

Социально-гигиенический мониторинг — это государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека.

8.3. Мониторинг загрязнения природной среды в Республике Беларусь

Главная цель мониторинга окружающей среды — наблюдение за ее состоянием и источниками вредного воздействия на окружающую среду для обеспечения государственных органов, иных юридических лиц и граждан полной и достоверной информацией в данной области. Достижение этой цели обеспечивается функционированием Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС), созданной в 1993 г.

Обеспечение непрерывного функционирования НСМОС является одним из основных направлений государственной политики в области охраны окружающей среды. В стране разработана нормативная правовая база, включающая нормативные правовые акты, регулирующие порядок функционирования НСМОС в целом и отдельных видов мониторинга, входящих в ее состав.

Организационная структура НСМОС учитывает распределение сфер компетенции республиканских органов государственного управления, ответственных за организацию и проведение мониторинга по каждому его виду. В качестве единого координирующего органа определено Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Обеспечено функционирование межведомственного координационного совета, созданы главный информационно-аналитический центр НСМОС и информационные центры видов мониторинга.

НСМОС объединяет 11 организационно самостоятельных видов мониторинга (табл. 8.1), но функционирующих и взаимодействующих на общих принципах, и базируется на упорядоченной системе сбора, обработки, анализа и оценки информации, получаемой на научно обоснованной сети, насчитывающей более 3500 пунктов наблюдений, включенных в Государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС.

Таблица 8.1

**Структура Национальной системы мониторинга
окружающей среды**

Ведомство	Вид мониторинга
<i>Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды</i>	
ГУ «РЦРКМ» Департамента по гидрометеорологии	Мониторинг атмосферного воздуха
	Мониторинг поверхностных вод
	Радиационный мониторинг
РУП «БелНИЦ “Экология”» ГНПО «НПЦ НАНБ по биоресурсам» Минлесхоз Минсельхозпрод Полесский ГРЭЗ Березинский биосферный заповедник Национальные парки	Мониторинг животного мира

Окончание табл. 8.1

Ведомство	Вид мониторинга
РУП «БелНИГРИ» РУП «Белгеология»	Мониторинг подземных вод
РУП «БелНИЦ “Экология”»	Локальный мониторинг
<i>Национальная академия наук Беларуси</i>	
ГУ «Центр геофизического мониторинга НАНБ» ГНУ «Институт природопользования НАНБ»	Геофизический мониторинг
ГНУ «Институт экспериментальной ботаники НАНБ» БГУ	Мониторинг растительного мира
<i>Министерство образования</i>	
ННИЦ МО БГУ ГНУ «Институт физики НАНБ»	Мониторинг озонового слоя
<i>Министерство лесного хозяйства</i>	
ЛРУП «Белгослес» ПИП «Белгипролес» ГУ «Беллесозащита»	Мониторинг лесов
<i>Государственный комитет по имуществу</i>	
РУП «ИПА НАНБ» БГУ ГУ «РЦРКМ» Департамента по гидрометеорологии	Мониторинг земель

Организованный в Беларуси после аварии на ЧАЭС **радиационный мониторинг** природной среды позволяет регулярно проводить оценку радиационной обстановки на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Мониторинг радиоактивного загрязнения водных объектов, почвы, воздуха, уточнения радиационной обстановки на территории белорусского сектора 30-километровой зоны ЧАЭС, контроль радиоактивного загрязнения территорий населенных пунктов и объектов для оценки условий проживания и производственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС, проводится подразделениями Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды

Республики Беларусь. Ведущей организацией является государственное учреждение «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» (РЦРКМ) Департамента по гидрометеорологии.

С учетом специфики радиоактивного загрязнения отдельных регионов, их ландшафтно-геохимических особенностей в республике организована сеть постоянного мониторинга окружающей среды, включающая 121 реперную площадку и 19 ландшафтно-геохимических полигонов.

В целях полного и комплексного использования информации о состоянии окружающей среды и факторах воздействия на нее НСМОС взаимодействует с системой социально-гигиенического мониторинга, системой мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

НСМОС базируется на сети пунктов режимных наблюдений.

При ведении мониторинга решаются следующие **задачи**:

а) формирование государственного информационного фонда;
б) выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения;

в) обеспечение межведомственной координации деятельности по ведению мониторинга в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, выработки предложений для принятия решений органами исполнительной власти.

В рамках мониторинга используются **наблюдения**:

а) за состоянием здоровья населения и факторами среды обитания человека, в том числе биологическими (вирусные, бактериальные, паразитарные), химическими, физическими (шум, вибрация, ультразвук, тепловое, ионизирующее, неионизирующее и иные излучения), социальными (питание, водоснабжение, условия быта, труда и отдыха) и иными факторами (ведется органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы);

б) за природно-климатическими факторами, источниками антропогенного воздействия на окружающую природную среду, в том числе на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почву (ведется Министерством сельского хозяйства, Министерством природных ресурсов и подведомственными им организациями);

в) за факторами социальной среды человека (ведется Государственным комитетом по статистике, другими заинтересованными органами исполнительной власти и подведомственными им организациями);

г) за состоянием охраны и условиями труда работающих (ведется Министерством труда и социального развития, Государственным комитетом по статистике, Министерством экономического развития и торговли и подведомственными им организациями в рамках всероссийского мониторинга социально-трудовой сферы).

Проведение мониторинга **обеспечивает**:

а) установление факторов, оказывающих вредное воздействие на человека, и их оценку;

б) прогнозирование состояния здоровья населения и среды обитания человека;

в) определение неотложных и долгосрочных мероприятий по предупреждению и устранению воздействия вредных факторов среды обитания на здоровье населения;

г) подготовку решений по реализации мер, направленных на охрану здоровья населения и среды обитания человека;

д) информирование государственных органов, органов местного самоуправления, организаций независимо от их организационно-правовой формы, а также граждан о результатах, полученных в ходе мониторинга.

8.4. Основные принципы организации и ведения социально-гигиенического мониторинга

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ) представляет собой систему специальных наблюдений, оценки и прогнозирования состояния здоровья населения в связи с изменением среды его обитания, направленной на выявление неблагоприятного влияния на население факторов окружающей природной среды и условий жизнедеятельности человека, разработку комплекса оздоровительных и профилактических мероприятий по предотвращению и устранению вредного воздействия этих факторов на здоровье человека.

Основой СГМ является целенаправленное обследование территории, объектов и населения для определения:

- ❑ факторов среды обитания, оказывающих наиболее отрицательное влияние на здоровье населения;
- ❑ объектов, в наибольшей степени определяющих наличие выделенных факторов на территории района (области).

Основа методологии СГМ:

- ❑ оценка и группировка объектов, контингентов населения и факторов среды обитания по уровню, тенденциям и другим характеристикам;

- ❑ ранжирование факторов среды обитания, объектов и контингентов населения по уровню характеризующих их показателей.

Информация о состоянии здоровья населения (по медико-демографическим критериям) и состоянии территории, объектов надзора (по санитарно-гигиеническим и эпидемиологическим критериям) поступает в территориальные районные (городские) центры гигиены и эпидемиологии от ведомств и учреждений в соответствии с действующими директивными документами.

Получаемая информация используется по двум направлениям:

- 1) оценка санитарно-гигиенического и эпидемиологического статуса объектов и территорий в порядке государственного санитарного надзора;
- 2) пополнение базы данных и их анализ для решения задач социально-гигиенического мониторинга.

Первое направление реализуется на основе действующего санитарного законодательства, второе — проведением постоянного анализа состояния здоровья населения и среды его обитания на территории района (города) на основании данных специальной системы наблюдений, данных объективного наблюдения за санитарно-гигиеническим состоянием территории и объектов, а также данных других служб и ведомств. На областном уровне информационная база СГМ пополняется данными о состоянии здоровья населения от областных учреждений здравоохранения, медико-демографическими данными от органов и учреждений государственной статистики и обобщенными данными о состоянии среды обитания от других ведомств.

Специалистами отделения СГМ областного уровня на основе анализа базы данных делаются выводы, заключения, прогнозы,

готовятся проекты рекомендаций и предлагаемых мероприятий, которые оформляются в виде проекта областного медико-экологического бюллетеня. В нем представлена характеристика территории (территорий), динамический сравнительный анализ показателей, характеризующих медико-экологическую ситуацию в регионе.

После экспертной оценки данного документа группой главных специалистов управления здравоохранения и санитарно-эпидемиологической службы формируется проект заключения по результатам мониторинга и предлагается комплекс мероприятий, направленных на улучшение медико-экологической обстановки на территории.

Разработанный документ выносится на обсуждение Консультационного совета, создаваемого под эгидой областного исполнительного комитета из числа медиков, социологов, специалистов органов статистики, экономистов, психологов, экологов и т.д.

Практическая работа 8

Задание 1

Рассчитать и оценить интегральные показатели медико-демографического благополучия.

Образец решения типовых задач

Задача 1. Рассчитайте интегральный показатель медико-демографического благополучия в городе С. по следующим данным: общая заболеваемость составила в отчетном году 1050 на 1000 населения, общая смертность — 10,5 на 1000 населения, младенческая смертность — 21,3 на 1000 родившихся детей, инвалидность — 8,1 на 1000 населения; рождаемость — 21,0 на 1000 населения.

Оцените полученные результаты. Объясните методику расчета интегрального показателя.

Этапы решения

Этап 1. Интегральный показатель медико-демографического благополучия определяется по показателям общей смертности, младенческой смертности, рождаемости, инвалидности и общей заболеваемости с учетом ориентировочной качественной оценки уровня данных показателей (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Оrientировочные качественные оценки уровня показателей состояния здоровья

Качественный уровень состояния показателей здоровья*	Общая заболеваемость		Общая смертность		Младенческая смертность		Инвалидность		Рождаемость	
	Показатель	Балл	Показатель	Балл	Показатель	Балл	Показатель	Балл	Показатель	Балл
Низкий	< 900	1	До 8	1	До 15	1	До 6	1	До 10	5
Ниже среднего	900–1000	2	8–10	2	15–19	2	6–7	2	10–19	4
Средний	1000–1100	3	11–12	3	20–24	3	7–8	3	20–24	3
Выше среднего	1100–1200	4	13–15	4	25–29	4	8–9	4	25–34	2
Высокий	> 1200	5	16 и более	5	30 и более	5	9 и более	5	35 и более	1

* *Марченко Б.И.* Здоровье на популяционном уровне: статистические методы исследования (руководство для врачей). Таганрог: Сфинкс, 1997.

Этап 2. Все присвоенные показателям баллы суммируются, получается показатель медико-демографического благополучия. Чем выше сумма баллов, тем ниже благополучие (табл. 8.3).

Таблица 8.3

Показатель медико-демографического благополучия

Ориентировочный качественный уровень состояния показателей здоровья (сумма баллов)	Уровень медико-санитарного благополучия
21	Низкий
18	Ниже среднего
15	Средний
12	Выше среднего
9	Высокий

В нашем случае показателю общей заболеваемости (1050 на 1000 населения) по данным табл. 8.2 соответствует 3 балла, показателю общей смертности (10,5 на 1000 населения) — 3 балла, младенческой смертности (21,3 на 1000 родившихся детей) — 3 балла, инвалидности (8,1 на 1000 населения) — 4 балла, рождаемости (21,0 на 1000 населения) — 3 балла. Сумма баллов составила 16, значит уровень медико-санитарного благополучия населения средний.

Задача 2. Дайте сравнительную характеристику состояния здоровья населения района Р., используя медико-демографические показатели за 2009–2010 гг. (на 1000 населения):

Рождаемость		Общая смертность		Младенческая смертность		Общая заболеваемость		Инвалидность	
2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
10,8	10,7	10,5	11,0	6,6	3,9	1753,5	1490,3	30,7	30,4

Задание 2

Решение ситуационных задач по теме «Мониторинг окружающей среды и состояние здоровья населения».

Образец решения ситуационных задач

Исследуйте наличие связи между концентрацией загрязнителя в воздухе и заболеваемостью населения в городе М. за 2008–2010 гг. с использованием корреляционного анализа.

Год	Концентрация загрязнителя, x	Заболеваемость населения, y
2008	3,0	28
2009	2,0	18
2010	5,0	48

Этапы решения

Этап 1. По имеющимся данным (концентрация загрязнителя в воздухе и заболеваемость населения) провести расчет коэффициента корреляции (r):

$$r = \frac{\sum dx dy}{\sqrt{\sum dx^2 \cdot \sum dy^2}},$$

где x — концентрация загрязнителя; y — заболеваемость населения; \sum — знак суммы; dx — отклонение от средней величины (M_x) концентрации загрязнителя, $dx = x - M_x$; dy — отклонения от средней величины (M_y) заболеваемости населения, $dy = y - M_y$.

Составить таблицу:

Год	Концентрация загрязнителя, x	Заболевае- мость, y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$
2008	3,0	28	-0,33	-3,33	0,11	11,11	1,11
2009	2,0	18	-1,33	-13,33	1,78	177,78	17,78
2010	5,0	48	1,67	16,67	2,78	277,78	27,78
	$M_x = 3,3$	$M_y = 31,3$			$\Sigma 4,67$	$\Sigma 466,67$	$\Sigma 46,67$

Подставив значения в формулу, получим

$$r = \frac{46,67}{\sqrt{4,67 \cdot 466,67}} = +1.$$

Этап 2. Дать оценку полученным результатам.

1. Направление связи:

□ при положительном значении r корреляционная связь прямая (положительная);

□ при отрицательном значении r корреляционная связь обратная (отрицательная).

В нашем случае корреляционная связь прямая (положительная).

2. Сила связи:

□ при коэффициенте корреляции 0–0,3 связь между явлениями слабая (практически отсутствует);

□ 0,31–0,7 — связь средняя (умеренная);

□ 0,71–1,0 — связь сильная (сильно выраженная).

В нашем случае коэффициент корреляции +1. Следовательно, уровень заболеваемости населения тесно связан с концентрацией загрязнителя в воздухе.

Этап 3. Предложить мероприятия по улучшению состояния здоровья населения.

Ситуационные задачи

Задача 1. Исследуйте связь между загрязнением атмосферного воздуха SO_2 и болезнями органов дыхания (БОД) в Речицком районе за 2004–2010 гг. с использованием корреляционного анализа по следующим данным:

Год	БОД, x	Концентрация SO_2 , y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$
2004	12,6	0,235					
2005	15,5	0,200					
2006	13,9	0,176					
2007	14,0	0,044					
2008	14,2	0,036					
2009	15,7	0,034					
2010	15,0	0,035					

Задача 2. Исследуйте связь между концентрацией оксида азота и БОД в Гомеле за 2004–2010 гг. с использованием корреляционного анализа по следующим данным:

Год	БОД, x	Концентрация NO , y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$
2004	30,7	0,003					
2005	30,1	0,072					

Год	БОД, x	Концентрация NO, y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$
2006	29,7	0,010					
2007	30,8	0,013					
2008	34,0	0,013					
2009	32,9	0,014					
2010	33,3	0,014					

Задача 3. Исследуйте связь между загрязнением атмосферного воздуха сернистым ангидридом SO_2 и БОД в Мозырском районе за 2004–2010 гг. с использованием корреляционного анализа по следующим данным:

Год	БОД, x	Концентрация SO_2 , y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$
2004	39,0	0,035					
2005	55,9	0,042					
2006	56,7	0,041					
2007	66,1	0,078					
2008	79,7	0,043					
2009	113,7	0,075					
2010	95,4	0,146					

Задача 4. Исследуйте связь между повышенным содержанием пыли в атмосферном воздухе в Мозыре и БОД за 2005–2010 гг. с использованием корреляционного анализа по следующим данным:

Год	Заболееваемость БОД, x	Концентрация пыли, y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$
2005	29,3	0,010					
2006	32,0	0,225					
2007	32,5	0,214					
2008	37,3	0,168					
2009	36,0	0,116					
2010	29,3	0,220					

Задача 5. Исследуйте связь между повышенным содержанием пыли в атмосферном воздухе в Гомеле и БОД за 2005–2011 гг. с использованием корреляционного анализа по следующим данным:

Год	БОД, x	Концентрация пыли, y	dx	dy	dx^2	dy^2	$dx dy$
2005	30,1	0,010					
2006	29,7	0,225					
2007	30,8	0,214					
2008	32,5	0,188					
2009	34,1	0,168					
2010	32,9	0,116					
2011	33,3	0,220					

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

1. Биосфера — это:
 - а) сфера деятельности живых организмов;
 - б) нижняя часть атмосферы, гидросфера, литосфера;
 - в) оболочка Земли, включающая в себя область распространения живого вещества и самого вещества;
 - г) сфера деятельности человека;
 - д) сфера сосуществования всех живых организмов между собой и с окружающей средой.
2. Воздействие антропогенное — это (выбрать наиболее полные ответы):
 - а) непосредственное воздействие человека на окружающую среду;
 - б) техногенное;
 - в) влияние на природную среду деятельности человека, прямо или косвенно вызывающее ее изменение;
 - г) загрязнение атмосферы выбросами теплоцентралей;
 - д) контаминирование биосферы бытовой и хозяйственной деятельностью человека.
3. Закон минимума Либиха: рост, развитие, здоровье, урожай зависят от элемента питания, который присутствует в почве:
 - а) в минимальном количестве;
 - б) максимальном количестве;
 - в) избытке;
 - г) различных количественных соотношениях;
 - д) минимальном количестве, обозначенном пороговой дозой.
4. Закон толерантности Шелфорда: лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть:
 - а) минимум экологического воздействия;
 - б) как минимум, так и максимум экологического воздействия;
 - в) максимум экологического воздействия;
 - г) лимитирующий физический фактор;
 - д) лимитирующий химический фактор.
5. Лимитирующий экологический фактор:
 - а) ограничивает проявление жизнедеятельности организмов;

- б) способствует проявлению жизнедеятельности организмов;
 - в) способствует росту и развитию организмов;
 - г) способствует увеличению численности популяции;
 - д) ограничивает рост, развитие, численность популяции.
6. Мониторинг:
- а) система наблюдений за состоянием окружающей среды;
 - б) система предупреждения критических ситуаций в биосфере;
 - в) государственная система систематических наблюдений за состоянием всех факторов окружающей среды;
 - г) автоматическая компьютерная система-программа с входными воротами и выходом взаимосвязи среда — здоровье;
 - д) система контроля за состоянием озонового слоя.
7. Среда обитания популяции, вида — это:
- а) совокупность биотических факторов;
 - б) совокупность биотических и абиотических условий;
 - в) абиотические факторы;
 - г) климатические, погодные условия;
 - д) часть природы, оказывающая на вид прямое или косвенное воздействие.
8. Экология — это интегративная наука, изучающая:
- а) взаимодействие живых организмов друг с другом;
 - б) взаимодействие живых организмов с окружающей средой;
 - в) взаимодействие живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой;
 - г) взаимодействие абиотических и биотических факторов;
 - д) приоритет развития популяции человека.
9. Экосистема — это:
- а) совокупность совместно обитающих разных видов организмов;
 - б) биологическая система, состоящая из сообщества живых существ и среды их обитания, единое функциональное целое;
 - в) совокупность организмов в среде обитания;
 - г) сочетание естественных и антропогенных физических факторов;
 - д) контроль за глобальными изменениями в биосфере, связанными с деятельностью человека.

10. Биосферный мониторинг:

- а) контроль за круговоротом веществ;
- б) контроль за всеми явлениями в атмосфере, гидросфере, литосфере;
- в) контроль за растительным и почвенным покровами;
- г) система контроля за биологическими факторами;
- д) государственная система контроля за безопасностью биосферы, состоянием озонового слоя, климатом.

11. Международный мониторинг:

- а) слежение за общепланетарными процессами и явлениями;
- б) контроль за последствиями антропогенных изменений;
- в) совокупный контроль за изменением климата;
- г) контроль за выбросами CO_2 и его парниковым эффектом;
- д) контроль за уровнем естественных и антропогенных загрязнений атмосферы, гидросферы, литосферы и их последствий.

12. Региональный мониторинг — это:

- а) контроль за биологическими процессами в регионе;
- б) слежение за процессами и явлениями в пределах региона;
- в) контроль за явлениями в атмосфере в регионе;
- г) контроль за химическими процессами в регионе;
- д) контроль за источниками загрязнения биосферы, видами контаминирования в пределах региона.

13. Национальный мониторинг:

- а) государственная система контроля за состоянием окружающей среды в пределах территории национального государства;
- б) государственная система контроля за состоянием биосферы на определенной территории;
- в) государственная система контроля за состоянием окружающей среды на определенной территории;
- г) система контроля за состоянием химических факторов в заповедниках;
- д) контроль за состоянием флоры, фауны в регионе.

14. Локальный мониторинг:

- а) контроль за загрязнениями, не распространяющимися на значительные расстояния;
- б) контроль за загрязнениями на территории государства;
- в) контроль за загрязнениями на территории района;

- г) контроль за состоянием погоды на территории области;
 - д) контроль за состоянием озонового слоя.
- 15. Социально-гигиенический мониторинг:**
- а) система наблюдений, оценки и прогнозирования состояния здоровья населения в зависимости от состояния окружающей среды;
 - б) система наблюдений за факторами окружающей среды;
 - в) система наблюдений за состоянием здоровья населения;
 - г) система наблюдений за демографическими показателями;
 - д) система наблюдений за эпидемическими процессами.
- 16. Медико-экологическая информационная система:**
- а) сбор информации в органах и учреждениях санэпиднадзора;
 - б) централизованный сбор информации в органах и учреждениях организаций здравоохранения;
 - в) хранение информации в информационной системе;
 - г) компьютерно-интегральная система — программа сбора и обработки информации о состоянии экологии с выходом данных среда — здоровье;
 - д) сбор информации по загрязнению атмосферы и заболеваемости населения.
- 17. Фактор среды обитания:**
- а) любой компонент среды природного происхождения, способный влиять на организм человека;
 - б) компонент среды обитания природного или антропогенного происхождения, способный влиять на организм человека;
 - в) химические, физические компоненты среды, способные влиять на организм человека;
 - г) физические и химические факторы риска нарушения здоровья;
 - д) фактор риска с ожидаемой частотой возникновения нежелательного эффекта на состояние здоровья.
- 18. Главные задачи Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды:**
- а) государственный контроль в области охраны окружающей среды;
 - б) государственный контроль за соблюдением норм экологической безопасности;

- в) государственный контроль за соблюдением норм экологической безопасности, качеством атмосферного воздуха и состоянием озонового слоя, состоянием и изменением климата;
 - г) государственный контроль за состоянием атмосферного воздуха и источниками загрязнения;
 - д) государственный контроль и организация системы мониторинга.
- 19.** Какие газы в атмосфере наименее чувствительны к антропогенной деятельности?
- а) углекислый газ;
 - б) азот;
 - в) кислород;
 - г) оксиды углерода;
 - д) инертные газы.
- 20.** Что относится к антропогенным источникам загрязнения атмосферы?
- а) сжигание топлива;
 - б) пылевые бури;
 - в) вулканическая деятельность;
 - г) сжигание бытового мусора;
 - д) землетрясение.
- 21.** Озоновый слой в стратосфере является:
- а) верхней границей биосферы;
 - б) источником образования кислотных осадков;
 - в) защитным экраном от неблагоприятного воздействия УФ-облучения;
 - г) границей атмосферы;
 - д) слой препятствия проникновения УФ-излучений области С.
- 22.** Какие соединения участвуют в разрушении озонового слоя?
- а) угарный газ;
 - б) аммиак;
 - в) хлорфторуглеводороды;
 - г) соединения азота;
 - д) соединения водорода.
- 23.** Что относится к природным источникам загрязнения атмосферы?
- а) сжигание топлива;

- б) испытание ядерного оружия;
 - в) пылевые бури;
 - г) извержения вулканов;
 - д) космическая пыль.
- 24.** В каких слоях атмосферы наиболее проявляется антропогенное воздействие?
- а) стратосфера;
 - б) тропосфера;
 - в) ионосфера;
 - г) приземный слой атмосферы;
 - д) озоновый слой.
- 25.** Указать абиотические факторы гидросферы:
- а) микроорганизмы;
 - б) фитопланктон;
 - в) световой режим;
 - г) гидрокарбонаты;
 - д) ракушечники.
- 26.** Указать биотические факторы гидросферы:
- а) геомагнитное поле;
 - б) влажность;
 - в) животные;
 - г) микроорганизмы;
 - д) температура.
- 27.** Перечислить современные проблемы гидросферы:
- а) дефицит запасов пресной воды;
 - б) дефицит соленой воды;
 - в) увеличение водоносности рек;
 - г) антропогенные загрязнения;
 - д) зарегулирование стока рек.
- 28.** Указать органолептические показатели гидросферы:
- а) цвет;
 - б) коли-индекс;
 - в) pH;
 - г) запах;
 - д) вкус.
- 29.** Указать индикаторные микроорганизмы, содержащиеся в воде:
- а) гемолитические стрептококки;

- б) синегнойные палочки;
 - в) кишечные палочки;
 - г) водоросли;
 - д) гидрокарбонаты.
- 30.** Допустимое количество минеральных солей в пресных водах, г/дм³:
- а) 2,5;
 - б) до 1,0;
 - в) до 0,1;
 - г) 1,2;
 - д) 0,8.
- 31.** Употребление минеральной воды с высокой минерализацией приводит к:
- а) нарушению водно-солевого обмена;
 - б) появлению эндемических заболеваний;
 - в) появлению простудных заболеваний;
 - г) мочекаменной болезни;
 - д) нарушению функции ЖКТ.
- 32.** Систематическое употребление жесткой воды человеком может привести к:
- а) нарушениям функции ЦНС;
 - б) мочекаменной болезни;
 - в) воднонитратной метгемоглобинемии;
 - г) нарушению обмена веществ;
 - д) нарушению функции щитовидной железы.
- 33.** Вода является основным источником поступления в организм:
- а) калия;
 - б) фтора;
 - в) йода;
 - г) кобальта;
 - д) селена.
- 34.** Фтор участвует в:
- а) развитии зубов;
 - б) развитии болезни Минамата;
 - в) развитии эндемического зоба;
 - г) укреплении зубной эмали;
 - д) развитии организма.

- 35.** При избыточном поступлении фтора в организм развивается:
- а) кариес зубов;
 - б) флюороз;
 - в) анемия;
 - г) болезни желудка;
 - д) болезни соединительной ткани.
- 36.** Кобальт участвует в:
- а) стимуляции кроветворения;
 - б) жировом обмене;
 - в) дыхании;
 - г) работе ЦНС;
 - д) работе выделительной системы.
- 37.** Указать источники загрязнения воды:
- а) промышленные предприятия;
 - б) радионуклиды;
 - в) тяжелые металлы;
 - г) сельскохозяйственные работы;
 - д) банно-прачечные комбинаты.
- 38.** Указать загрязнители воды физической природы:
- а) радионуклиды;
 - б) пестициды;
 - в) нитрозамины;
 - г) бактерии;
 - д) зоопланктон.
- 39.** Влияние загрязнителей органического происхождения на гидросферу вызывает:
- а) ускорение фотосинтеза;
 - б) замедление процессов самоочищения;
 - в) ускорение процессов самоочищения;
 - г) возможность передачи инфекции;
 - д) увеличение биологической потребности кислорода.
- 40.** Употребление воды с повышенным содержанием кадмия может вызвать:
- а) кариес;
 - б) остеопороз;
 - в) канцерогенный эффект;

- г) деформацию костной системы;
 - д) нарушение обменных процессов.
41. Избыточное содержание хлора в питьевой воде:
- а) ухудшает вкус;
 - б) увеличивает цветность;
 - в) снижает мутность;
 - г) обеспечивает обеззараживающий эффект;
 - д) повышает кислотность желудочного сока.
42. Загрязнение воды нитратами говорит о:
- а) увеличении жесткости воды;
 - б) наличии давнего загрязнения органическими веществами;
 - в) свежем загрязнении органическими веществами;
 - г) возможном развитии метгемоглобинемии при ее употреблении;
 - д) возможном нарушении функции ЖКТ при ее употреблении.
43. Производственные сточные воды городов содержат:
- а) фенолы;
 - б) пестициды;
 - в) удобрения;
 - г) соли тяжелых металлов;
 - д) минеральные вещества.
44. Биологическая сукцессия — это:
- а) изменение суточной и годовой активности организма;
 - б) последовательная смена одного биогеоценоза другим;
 - в) взаимодействие продуцентов и консументов;
 - г) взаимоотношения всех живых организмов;
 - д) соотношения абиотических факторов.
45. Вид — это:
- а) совокупность особей, сходных по морфологическим признакам, свободно скрещивающихся между собой;
 - б) совокупность особей, сходных по морфологическим, физиологическим и биохимическим признакам, свободно скрещивающихся между собой и занимающих определенный ареал;
 - в) элементарная единица биосферы;
 - г) различные популяции;
 - д) видовые популяции.

46. Экологический фактор — это:
- а) элемент среды, воздействующий на организмы и вызывающий их приспособление;
 - б) составляющая среды, обеспечивающая жизнедеятельность популяции;
 - в) основная структурная составляющая ареала;
 - г) физические, химические, биологические составляющие среды;
 - д) биотический, абиотический компоненты.
47. К абиотическим факторам воздушной среды **НЕ** относятся:
- а) вирусы;
 - б) влажность;
 - в) геомагнитное поле;
 - г) аэроны;
 - д) бактерии.
48. Солнечный спектр излучений — это:
- а) интегральный поток электромагнитных колебаний с различной длиной волны;
 - б) поток положительно заряженных ионов;
 - в) поток ионов разного знака;
 - г) неионизирующие излучения;
 - д) ультрафиолетовые лучи, белый видимый свет, инфракрасное излучение.
49. Длина волны УФ-излучения, губительно действующая на живые организмы:
- а) более 290 нм;
 - б) менее 290 нм;
 - в) менее 400 нм;
 - г) это длина волны области С;
 - д) это длина волны ближе к ионизирующему спектру излучения.
50. Длина волны видимой части солнечного излучения:
- а) 200–250 нм;
 - б) 400–760 нм;
 - в) 300–360 нм;
 - г) это длина волны, обеспечивающая естественную освещенность;
 - д) это длина волны, обеспечивающая биоритмы в организме.

51. Магнитные бури **НЕ** вызывают:
- а) активацию процессов торможения в ЦНС;
 - б) активацию процессов возбуждения в ЦНС;
 - в) снижение работоспособности;
 - г) нарушение работы ЖКТ;
 - д) нарушение обменных процессов.
52. Величина градиента температурного потенциала **НЕ** зависит от:
- а) сезона года;
 - б) солнечного излучения в диапазоне длины волны С;
 - в) состояния погоды;
 - г) видимого белого света;
 - д) ультрафиолетового излучения.
53. Атмосферное давление на уровне моря (мм рт. ст.):
- а) 740;
 - б) 760;
 - в) 780;
 - г) 755;
 - д) 765.
54. Экологическое значение углекислого газа:
- а) участие в образовании фотохимического смога;
 - б) возбуждение дыхательного центра;
 - в) поглощение инфракрасного излучения;
 - г) образование парникового эффекта;
 - д) поглощение его зеленой массой и гидросферой.
55. Инертные газы, входящие в состав атмосферного воздуха:
- а) аргон, водород, углекислый газ;
 - б) неон, ксенон, оксид углерода;
 - в) аргон, неон, гелий;
 - г) азот, неон;
 - д) азот, аргон, гелий.
56. Источники появления микроорганизмов в воздухе:
- а) почва;
 - б) промышленные предприятия;
 - в) гидросфера;
 - г) птицы;
 - д) человек.

57. У человека при продолжительном пребывании в электромагнитном поле могут развиваться заболевания систем организма:
- а) сердечно-сосудистой;
 - б) кровеносной;
 - в) дыхательной;
 - г) ЦНС;
 - д) выделительной.
58. Загрязнители почвы химической природы:
- а) пыль;
 - б) радионуклиды;
 - в) углеводороды;
 - г) азотсодержащие органические и минеральные вещества;
 - д) соединения ртути.
59. Кислотные осадки — это конденсация аэрозоля:
- а) сернистой кислоты;
 - б) фосфорной кислоты;
 - в) кремниевой кислоты;
 - г) азотноватистой кислоты;
 - д) азотистой кислоты.
60. Организационные мероприятия по охране окружающей среды включают:
- а) организацию выбросов предприятий в разное время суток;
 - б) разработку ПДК загрязняющих веществ;
 - в) очистку выбросов от вредных веществ;
 - г) постоянный экспресс-контроль за выбросами;
 - д) планировка территории с учетом розы ветров.
61. Источниками электромагнитных излучений в городе являются:
- а) линии электропередач;
 - б) радиостанции;
 - в) промышленные предприятия;
 - г) антенны местных телефонных сетей;
 - д) автотранспорт.
62. Поступление нитритов, нитратов в организм человека может вызвать:
- а) повышение артериального давления;
 - б) увеличение секреции желудочного сока;

- в) развитие флюороза;
 - г) метгемоглобинемию;
 - д) эндемический зоб.
- 63.** Поступление стронция в организм человека вызывает:
- а) зобогенный эффект;
 - б) нефротоксический эффект;
 - в) мутагенный эффект;
 - г) материальную кумуляцию в костной ткани;
 - д) болезнь Минамата.
- 64.** Избыточное поступление железа в организм человека вызывает:
- а) сидероз печени;
 - б) нарушение иммунитета;
 - в) поражение центральной нервной системы;
 - г) сидероз селезенки;
 - д) болезнь итай-итай.
- 65.** Избыточное поступление алюминия в организм человека вызывает:
- а) замедление образования костной ткани;
 - б) усиление моторики ЖКТ;
 - в) снижение умственной способности;
 - г) ослабление моторики ЖКТ;
 - д) кариес.
- 66.** К физическим факторам, влияющим на условия проживания, относятся:
- а) шум, вибрация;
 - б) антропотоксины;
 - в) микроорганизмы;
 - г) ультразвук;
 - д) электромагнитные излучения.
- 67.** К неблагоприятным факторам, влияющим на воздушную среду жилища, **НЕ** относятся:
- а) формальдегид и другие токсические вещества;
 - б) электромагнитные поля;
 - в) освещенность;
 - г) влажная уборка помещения;
 - д) проветривание.

- 68.** Мерами защиты от электромагнитных полей являются:
- а) ограничение времени пребывания в местах повышенного уровня электромагнитного поля;
 - б) проведение медицинских осмотров;
 - в) использование средств индивидуальной защиты;
 - г) защита расстоянием;
 - д) защита экранированием.
- 69.** Оптимальная система отопления в жилом помещении с экологической точки зрения — это:
- а) водяное отопление;
 - б) панельное отопление;
 - в) паровое отопление
 - г) печное отопление;
 - д) нет правильного ответа.
- 70.** Основные физические параметры ЭМП характеризуются:
- а) длиной волны;
 - б) виброскоростью;
 - в) эффективной температурой;
 - г) частотой колебаний;
 - д) плотностью потока энергии.
- 71.** Поражения глаз возникают при воздействии ЭМП диапазона:
- а) СВЧ;
 - б) УВЧ;
 - в) ВЧ;
 - г) НЧ;
 - д) нет правильного ответа.
- 72.** Источники поступления радона в жилые помещения — это:
- а) атмосферный воздух;
 - б) водопроводная вода;
 - в) газовая плита;
 - г) строительные материалы;
 - д) солнечное излучение.
- 73.** Биологический эффект при ионизации воздуха определяется комплексным воздействием:
- а) легких аэроионов;
 - б) озона;
 - в) оксидов азота

- г) пыли;
 - д) нет правильного ответа.
- 74. Экология — это:**
- а) область научных исследований по взаимоотношению живых организмов;
 - б) область практической деятельности специалистов по сохранению естественных экосистем;
 - в) область совместной деятельности специалистов-экологов и врачей всех специальностей;
 - г) интегративная наука, изучающая взаимодействие живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой;
 - д) область исследований по биологии, зоологии, ботанике, физиологии, естественным и искусственным экосистемам.
- 75. Экологическая медицина — это:**
- а) наука, изучающая составляющие биосферы и здоровье человека;
 - б) наука, изучающая совокупность живых организмов во взаимодействии с окружающей средой;
 - в) наука, которая изучает взаимоотношения между факторами риска внешней среды и здоровьем человека;
 - г) наука, которая изучает условия окружающей среды;
 - д) наука, изучающая изменения в системах живых организмов во взаимоотношении с человеком.
- 76. Экологический кризис — это:**
- а) нарушение естественных экосистем;
 - б) создание искусственных экосистем;
 - в) усиление влияния человека на биосферу;
 - г) увеличение источников загрязнения биосферы;
 - д) нарушение взаимосвязей внутри экосистемы, вызванное антропогенной деятельностью человека и угрожающее существованию человека как вида.
- 77. Первичная профилактика экологически обусловленных и зависимых заболеваний — это:**
- а) предотвращение загрязнения биосферы и попадания ксенобиотиков в организм;
 - б) смягчение действия ксенобиотиков путем использования лечебно-профилактического питания;
 - в) нейтрализация ксенобиотиков и выведение их из организма;

- г) проведение комплекса санитарно-гигиенических мероприятий по профилактике эндемичных заболеваний;
 - д) использование санитарно-гигиенического нормирования.
- 78.** К токсическим веществам раздражающего действия относятся:
- а) соединение хлора, азота;
 - б) соединение серы, фтора;
 - в) оксиды азота, хрома;
 - г) карбонильные соединения металлов;
 - д) углекислый газ, азот.
- 79.** По классификации ВОЗ различают эффекты воздействия вредных и опасных веществ:
- а) аддитивный, потенцирование, синергизма, антагонизма;
 - б) простой суммации эффектов воздействия на одну и ту же систему;
 - в) сверхаддитивный эффект двух-трех соединений на одну и ту же систему;
 - г) эффект комбинации факторов в сумме меньше изолированного эффекта;
 - д) слабый эффект воздействия.
- 80.** Токсикокинетика — это:
- а) кумуляция ксенобиотика в тканях организма;
 - б) функциональные нарушения в системах организма;
 - в) ингаляционный путь поступления ксенобиотика и его выведение из организма;
 - г) путь поступления, распределения, метаболизма, выведения с эффектом материальной или функциональной кумуляции;
 - д) процесс нейтрализации ксенобиотика и выведения.
- 81.** Растительные масла, загрязненные полихлорированными дифенилами:
- а) вызывают потемнение кожи;
 - б) способствуют появлению сыпи;
 - в) повреждают мышечную ткань;
 - г) вызывают болезнь Юшо;
 - д) накапливаются в костной ткани.
- 82.** Избыток нитратов в почве, воде, пищевых веществах:
- а) вызывает малокровие;
 - б) образует специфическое соединение с гемоглобином;

- в) способствует образованию карбоксигемоглобина;
 - г) способствует метгемоглобинемии;
 - д) вызывает эндемичный зоб.
- 83.** Болезни крови и кроветворных органов возникают при:
- а) избытке в почве хрома;
 - б) избытке в почве кобальта;
 - в) дефиците в почве меди;
 - г) дефиците в почве алюминия;
 - д) дефиците в почве кремния.
- 84.** Болезни эндокринной системы возникают при:
- а) недостатке в почве меди, кремния, азота;
 - б) недостатке в почве кобальта, цинка, молибдена, хрома, брома;
 - в) избытке ртути, йода, лития;
 - г) дефиците азотсодержащих веществ;
 - д) избытке кальция, магния, селена.
- 85.** Врач обязан вести профилактическую работу:
- а) с индивидом;
 - б) на уровне социума;
 - в) на популяционном уровне;
 - г) по гигиеническому воспитанию и обучению;
 - д) следить за климатом, барометрическим давлением.
- 86.** Эндемичные заболевания:
- а) связаны с дефицитом эссенциальных элементов в почве, воде, организме;
 - б) это эндемичный зоб;
 - в) это кретинизм;
 - г) это болезнь Минамата;
 - д) связаны с технофильными элементами в почве, воде.
- 87.** Коррекция дефицита эссенциальных элементов в организме — это:
- а) обогащение ими пищевых веществ;
 - б) добавление некоторых элементов в соки, напитки, воду;
 - в) обогащение ими продуктов питания через корм для птиц, животных;
 - г) добавление их во вторые блюда;
 - д) использование эссенциальных элементов в молочной, хлебопекарной, солеперерабатывающей промышленности.

88. Профилактика экологически зависимых и обусловленных заболеваний состоит в:
- а) выявлении на более раннем этапе изменений в функциях организма при медицинских осмотрах;
 - б) своевременной донозологической диагностике;
 - в) обогащении пищевых веществ и продуктов питания жизненно важными элементами;
 - г) проведении предупредительного и текущего санитарного надзора;
 - д) умении врача видеть причинно-следственные связи среда — здоровье.
89. Избыток кадмия вызывает экологически обусловленное заболевание:
- а) с повреждением мышечной и костной ткани;
 - б) итай-итай;
 - в) бронхов;
 - г) ЖКТ;
 - д) ЦНС.
90. Соединения метилртути:
- а) имеют высокий уровень биологической кумуляции;
 - б) кумулируются в мышечной ткани;
 - в) кумулируются в соединительной ткани;
 - г) вызывают болезнь Минамата;
 - д) повреждают нервную систему по типу церебрального паралича.
91. Почва — это:
- а) естественная биогеохимическая лаборатория;
 - б) искусственная биогеохимическая лаборатория;
 - в) биогеохимическая лаборатория с процессами минерализации и нитрификации;
 - г) биогеохимическая лаборатория с разрушением органических и неорганических веществ;
 - д) источник плодородия для сельскохозяйственных культур.
92. Основатель учения о ноосфере:
- а) И.М. Сеченов;
 - б) Д.И. Менделеев;
 - в) В.В. Докучаев;

- г) В.И. Вернадский;
- д) К.Э. Циолковский.

93. Ноосфера — это:

- а) сфера деятельности всех живых организмов;
- б) результат разумной деятельности человека;
- в) источник чистого воздуха, воды;
- г) сфера деятельности биотических и абиотических факторов в ноогенезе;
- д) сфера здоровья и благополучия человека.

94. Эссенциальные элементы:

- а) находятся в литосфере, гидросфере, сельскохозяйственной продукции;
- б) образуются в почве в процессе нитрификации;
- в) необходимы человеку повседневно;
- г) в избытке присутствуют в литосфере;
- д) играют определенную роль в развитии популяции.

95. Эндемичные заболевания:

- а) зависящие от химического состава естественных геохимических провинций;
- б) обусловленные избытком алюминия, кремния;
- в) возникают при дефиците эссенциальных элементов в почве, воде, пищевых веществах;
- г) возникают при антропогенных загрязнениях почвы, воды;
- д) это неинфекционные заболевания.

96. Эссенциальные элементы:

- а) йод, железо, ртуть, кадмий, ванадий, бор, фтор;
- б) йод, медь, хром, кобальт;
- в) молибден, марганец, цинк;
- г) хром, селен;
- д) медь, селен, алюминий, бериллий.

97. Условно-эссенциальные элементы:

- а) фтор, бор, бром, кремний;
- б) мышьяк, ванадий, никель;
- в) железо, сера, азот, медь;
- г) кислород, водород, бром;
- д) никель, алюминий, сера.

- 98.** Биогеохимический круговорот веществ в биосфере:
- а) это трофическая и энергетическая структура;
 - б) это динамичная, организованная система биосферы;
 - в) осуществляется при участии продуцентов, консументов, редуцентов;
 - г) происходит при участии атмосферы и солнечного спектра;
 - д) осуществляется в литосфере, гидросфере.
- 99.** Продуценты — это:
- а) организмы, способные синтезировать органические вещества;
 - б) водная поверхность рек, озер, морей, океанов;
 - в) азотфиксирующие бактерии почвы;
 - г) клубеньковые бактерии бобовых растений;
 - д) насекомые, черви, грибы почвы.
- 100.** Консументы:
- а) преобразуют органические соединения в специфические формы белков;
 - б) уничтожают вредителей полей;
 - в) используют зеленую массу в своей жизнедеятельности;
 - г) необходимы для чистоты биосферы;
 - д) загрязняют биосферу органическими соединениями.
- 101.** Редуценты:
- а) перерабатывают все антропогенные загрязнения;
 - б) участвуют в процессах аммонизации, нитрификации, денитрификации;
 - в) перерабатывают органические соединения до воды, углекислоты, минеральных элементов;
 - г) разрушают отмершие остатки живых существ;
 - д) участвуют в биотическом круговороте.
- 102.** Азот:
- а) находится во всех топливно-энергетических ресурсах;
 - б) образуется и накапливается в почве благодаря азотфиксирующим бактериям;
 - в) почвы при нитрификации переходит в азот гумуса;
 - г) является биогенным элементом для синтеза белков;
 - д) является неактивным компонентом атмосферы.
- 103.** Источники контаминирования литосферы:
- а) жизнедеятельность человека в городах, мегаполисах;
 - б) сельскохозяйственная деятельность в агроэкосистемах;

- в) добывающая и перерабатывающая промышленность;
- г) хозяйственно-бытовые отходы;
- д) спектр солнечных излучений.

104. Зеленая масса биосферы:

- а) это редуцент кислорода;
- б) это редуцент азота;
- в) необходима для круговорота веществ в природе;
- г) используется как органический фактор;
- д) это источник пополнения кислорода в биосфере.

105. Углекислый газ:

- а) необходим для функции дыхания;
- б) избыток его подавляет дыхательный центр;
- в) в гидросфере переходит в гидрокарбонат;
- г) образуется в почве при физико-химических процессах;
- д) способствует возникновению парникового эффекта.

106. Искусственная геохимическая провинция:

- а) образуется в результате жизнедеятельности человека;
- б) является накопителем технофильных элементов;
- в) состоит в накоплении азотсодержащих веществ;
- г) является кладовой ядохимикатов;
- д) способствует появлению экологически обусловленных заболеваний.

107. Накопление в почве технофильных элементов:

- а) приводит к гибели живого микромира почвы;
- б) подавляет биологическую активность почвы;
- в) уничтожает микрофлору почвы и замедляет процессы самоочищения почвы;
- г) переводит почву в разряд плодородия;
- д) увеличивает рост и развитие живых организмов.

108. Самоочищение почвы:

- а) самопроизвольный процесс физико-химических реакций по переводу азота почвы в азот гумуса;
- б) увеличение азота почвы;
- в) сложный процесс работы редуцентов по переработке органических соединений;
- г) способствует накоплению в ней аммиачных соединений;
- д) необходимый процесс для увеличения плодородия почвы.

109. Геомедицина — это:

- а) область изучения в геологии, биологии;
- б) область экологической медицины;
- в) область исследований в экологии;
- г) предмет изучения химического состава почвы во взаимосвязи со здоровьем человека;
- д) воздействие жизнедеятельности человека на состав почвы.

110. Литосфера — это:

- а) твердая минеральная оболочка Земли;
- б) верхняя оболочка Земли;
- в) верхняя твердая оболочка Земли;
- г) кладовая минеральных веществ, топливно-энергетических ресурсов, драгоценных и редких металлов;
- д) кладовая различных руд, металлов, угля.

111. Почва — это:

- а) верхний слой литосферы с азотсодержащими веществами;
- б) поверхностный слой литосферы;
- в) поверхностный слой литосферы, часть биосферы;
- г) слой вещества, лежащий поверх горных пород земной коры;
- д) гумусный слой литосферы.

112. Из литосферы добывают:

- а) торф, уголь, нефть, сланцы, газ как топливно-энергетический ресурс;
- б) руды, металлы, минералы;
- в) глину;
- г) песок;
- д) алюмосиликаты.

113. Почва:

- а) возникла в результате слоистого взаимодействия атмосферы и гидросферы;
- б) результат взаимодействия всех сфер биосферы, растительного и животного мира;
- в) источник воды и минералов;
- г) содержит кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, калий, магний;
- д) содержит группу минералов под общим названием алюмосиликаты.

Ответы к тестовому заданию

№ вопроса	Правильный ответ	№ вопроса	Правильный ответ	№ вопроса	Правильный ответ
1	в, д	39	б, г, д	77	а, г, д
2	в, д	40	б, г	78	а, б, в, г
3	а, д	41	а, г	79	а, б, в, г
4	б	42	б, г	80	г
5	а, д	43	а, г	81	а, б, г
6	в, г	44	б	82	б, г
7	б, д	45	б	83	а, б, в
8	в, г	46	а, г, д	84	б, в
9	б	47	а, д	85	а, б, в, г
10	б, д	48	а, г, д	86	а, б, в
11	а, д	49	б, г, д	87	а, б, в, д
12	б, д	50	б, г, д	88	а, б, в, г, д
13	а	51	б, г	89	а, б
14	а	52	б, г, д	90	а, г, д
15	а	53	б	91	а, в, г
16	б, г	54	б, в, г, д	92	г
17	б, д	55	в	93	б, г
18	в	56	а, г, д	94	а, в
19	б, д	57	а, г	95	а, в, г
20	а, г	58	в, г, д	96	б, в, г
21	в, д	59	а, г, д	97	а, б
22	в, г, д	60	а, г	98	а, б, в
23	в, г, д	61	б, г	99	а, в, г
24	б, г	62	а, г	100	а, в, д
25	в, г	63	г	101	б, в, г, д
26	в, г	64	а, г	102	а, б, в, г, д
27	а, г, д	65	а, г	103	а, б, в, г
28	а, г, д	66	а, г, д	104	в, г, д
29	в	67	в, г, д	105	а, б, в, г
30	б	68	а, в, г, д	106	а, б, д
31	а, г	69	б	107	а, б, в
32	б	70	а, г, д	108	а, в, д
33	б	71	а	109	б, г
34	а, г	72	б, в, г	110	в, г
35	б	73	а	111	б, в, г
36	а	74	г	112	а, б
37	а, г, д	75	в	113	б, г, д
38	а	76	д		

Приложение

Данные для оценки риска

Название	Классификационный номер CAS	Величина потенциального ингаляционного канцерогенного риска (ПИКР), $(\text{мкг}/\text{м}^3)^{-1}$
Алахлор	15 972 608	0,000016016
Алюминий	7 429 905	Не акт.
Альдрин	309 002	0,0049
Барий	7 440 393	Не акт.
Бензол	71 432	0,000029
Гидразин	302 012	0,0049
ДДТ	50 293	0,000097
Кадмий	7 440 439	0,0018
Медь	7 440 508	Не акт.
Мышьяк	7 440 382	0,0033
Никель	7 440 020	0,00026
Полихлорированные бифенилы	1 336 363	0,00057
Свинец	7 439 921	0,000012
Стронций-90	10 098 972	0,000000000594 риск/рКи
Тиомочевина	62 566	0,000021
Формальдегид	50 000	0,000006
Фтор	7 782 414	Не акт.
Хлор	7 782 505	Не акт.
Хлороформ	67 663	0,019
Хром	7 440 473	0,012
Цезий-137	10 045 973	0,000000000191 риск/рКи

(стандарты EPA US)

Величина потенциального перорального канцерогенного риска (ППКР), (мг/кг) ⁻¹	Референтная доза (RfD) неканцерогенного перорального риска, мг/кг	Величина потенциального канцерогенного риска при внешнем облучении (риск/год)/(рКи/г)
0,056	0,01	
	0,1	
17	0,00003	
	0,07	
0,1		
3		
0,34	0,0005	
	0,0005	
	0,037	
1,5	0,0003	
	0,02	
5	0,00002	
0,0085	0,0000785	
0,0000000000409 риск/рКи		
0,072		
	0,2	
	0,06	
	0,1	
0,031	0,01	
	0,005	
0,0000000000316 риск/Ки		0,00000209

Рекомендуемая литература

Бортновский, В.Н. Эколого-гигиенические основы электромагнитной безопасности: учеб.-метод. пособие для студентов 2, 3-го курсов всех фак-тов мед. вузов / В.Н. Бортновский. Гомель : ГомГМУ, 2012. 36 с.

Дедю, И.И. Экологический энциклопедический словарь / И.И. Дедю. Кишинев : Гл. ред. МСЭ, 1990. 408 с.

Жерко, О.М. Профилактика эффектов воздействия ксенобиотиков у лиц, проживающих в условиях экологического неблагополучия: метод. рек. / О.М. Жерко [и др.]. Минск : БГМУ, 2001. 22 с.

Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе» № 2442-ХІІ от 18.06.1993 г. в редакции закона № 419-З от 14.07.2000 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., № 70, 2/194.

Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» № 1982-ХІІ от 26.11.1992 г. в редакции закона № 367-З от 08.07.2008 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2008 г., № 170, 2/1464.

Келлер, А.А. Медицинская экология / А.А. Келлер, В.И. Кувакин. СПб. : Петроградский и К⁰, 1998. 256 с.

Королев, А.А. Гигиена питания: учебник / А.А. Королев. М. : Академия, 2006. 638 с.

Медицинская экология: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / А.А. Королев [и др.]; под ред. А.А. Королева. М. : Издат. центр «Академия», 2003. 192 с.

О государственной экологической экспертизе: Закон Республики Беларусь от 18 июня 1993 г., № 2442-ХІІ в редакции Закона от 14.07.2000 г., № 419-З, № 70, 2/194.

Пивоваров, Ю.П. Гигиена и основы экологии человека / Ю.П. Пивоваров, В.В. Король, Л.С. Зиневич. М. : Академия, 2004. 528 с.

Положение о Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «О некоторых вопросах Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь» // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2013. № 26. 5/37432.

Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь». Утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2012 г. № 180.

Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов». Утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 25 августа 2009 г. № 95, с изм. и доп., утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 13 ноября 2009 г. № 122, с изм., утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 18 декабря 2010 г. № 169.

Стожаров, А.Н. Медицинская экология: учеб. пособие / А.Н. Стожаров. Минск : Выш. шк., 2007. 368 с.

Стожаров, А.Н. Экологическая медицина: учеб. пособие / А.Н. Стожаров. 2-е изд., перераб. и доп. Минск : БГМУ, 2002. 198 с.