

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УКРАИНЫ  
ЗАПОРОЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ И ЭКОЛОГИИ



# **ГИГИЕНА И ЭКОЛОГИЯ. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ И ЭКОЛОГИИ**

Учебное пособие  
для практических занятий  
для студентов-иностранцев 3 курсов медицинских факультетов,  
специальности 222 «Медицина»

г. Запорожье

2021

УДК 613 (075-8)

С 28

Учебное пособие утверждено на заседании Центрального методического Совета ЗГМУ и рекомендовано для использования в образовательном процессе (протокол № 3 от «23» лютого 2021 г.)

**Рецензенты:**

*Шабельник К.П.* – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической химии ЗГМУ;

*Таранов В.В.* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры организации охраны здоровья, социальной медицины и лечебно-трудовой экспертизы ЗГМУ.

**Авторы:**

*Севальнев А.И.* – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии ЗГМУ;

*Федорченко Р.А.* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей гигиены и экологии ЗГМУ.

**Севальнев А.И.**

**С 28**

Гигиена и экология. Общие вопросы гигиены и экологии: учеб. пособие к практическим занятиям и самостоятельной работы студентов-иностранцев 3 курсов медицинских факультетов специальности 222 «Медицина» по учебной дисциплине «Гигиена и экология» / А. И. Севальнев, Р. А. Федорченко. - Запорожье: ЗГМУ, 2021. - 155 с.

Учебное пособие к практическим занятиям и самостоятельной работы студентов составлено в соответствии с требованиями рабочей программы учебной дисциплины «Гигиена и экология» для специальности 222 «Медицина». В пособии изложен учебно-методический материал, который может использоваться при подготовке к занятиям по разделам - «Гигиена окружающей среды», «Гигиена водоснабжения» и «Гигиена питания». Издание способствует лучшему усвоению студентами показателей микроклимата, качества воды, почвы, этапов гигиенической экспертизы пищевых продуктов и профилактики пищевых отравлений и алиментарных заболеваний.

УДК 613 (075-8)

© А.И. Севальнев, Р.А. Федорченко, 2021  
© Запорожский государственный медицинский университет, 2021

## Содержание

№ п/п	Т е м а	стр.
	<i>Предисловие</i>	4
1.	Гигиена как наука. Методы гигиенических исследований. Гигиеническая оценка лучистой энергии. Методы определения интенсивности и профилактической дозы ультрафиолетового (УФ) излучения.	5
2.	Методика определения концентрации CO <sub>2</sub> и окисляемости воздуха как показателей антропогенного загрязнения воздуха и вентиляции помещений.	21
3.	Методика определения и гигиеническая оценка температуры, влажности, скорости движения воздуха, их влияние на теплообмен. Гигиеническая оценка комплексного влияния параметров микроклимата на теплообмен человека (кататермометрия, эквивалентно-эффективные, результирующие температуры).	28
4.	Методика определения и гигиеническая оценка естественного и искусственного освещения помещений.	39
5.	<i>Тематический модуль №1.</i>	56
6.	Методика гигиенической оценки почвы по данным санитарного обследования участка и результатам лабораторного анализа проб и очистка, населенных мест.	57
7.	Методика санитарного обследования источников водоснабжения и отбора проб воды для бактериологического и санитарно-химического исследования. Методика оценки питьевой воды по результатам лабораторного анализа проб.	74
8.	Методы и средства очистки, обеззараживания воды при централизованном и децентрализованном водоснабжении.	94
9.	<i>Тематический модуль № 2.</i>	104
10.	Виды питания. Основы рационального питания.	105
11.	Методика экспертной оценки пищевых продуктов и готовых блюд по результатами их лабораторного анализа.	116
12.	Теоретические аспекты и методика профилактики алиментарных и алиментарно обусловленных заболеваний. Гигиенические основы лечебно-диетического и лечебно-профилактического питания.	126
13.	Методика расследования случаев пищевых отравлений.	142
14.	<i>Тематический модуль № 3.</i>	153
14.	<i>Список рекомендованной литературы.</i>	154

## *Предисловие*

Здоровье населения неразрывно связано с общественным строем. Мероприятия, направленные на улучшение здоровья людей, эффективны тогда, когда они проводятся в масштабе всего населения. Поэтому и основные задачи гигиенических исследований определены системой государственных, общественных и медицинских мероприятий, направленных на предупреждение заболеваний, сохранение и укрепление здоровья, повышение работоспособности и воспитание здорового поколения.

Гигиена - разносторонняя наука, охватывающая все стороны постоянно изменяющейся и развивающейся жизнедеятельности человека, изучающая влияние окружающей среды и производственной деятельности на здоровье человека и разрабатывающая оптимальные, научно-обоснованные требования к условиям жизни и труда населения.

Учебное пособие поможет разобраться с основными направлениями исследований факторов окружающей среды в таких разделах, как «Окружающая среда», «Водоснабжение», «Почва», «Питание», позволит закрепить использование профилактических мероприятий в случае воздействия высокой температуры и влажности воздуха, низкого и высокого барометрического давления, освоить методы определения интенсивности и расчета дозы ультрафиолетового излучения, оценки параметров естественного и искусственного освещения, показателей качества питьевой воды, почвы и пищевых продуктов, изучить теоретические аспекты и методику профилактики алиментарных и алиментарно-обусловленных заболеваний.

## Тема 1

# ГИГИЕНА КАК НАУКА. МЕТОДЫ ГИГИЕНИЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ДОЗЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ РАДИАЦИИ

### 1. Учебная цель

1.1. Овладеть знаниями о гигиене, как научной дисциплине, и санитарии, их цели, задачам, содержании, значении знания гигиены для врачей разного профиля.

1.2. Усвоить классификацию гигиенических методов и средств исследования окружающей среды и ее влияния на организм и здоровье.

1.3. Ознакомиться с физическими характеристиками и биологическими свойствами ультрафиолетовой радиации (УФР).

1.4. Овладеть методами измерения интенсивности УФР.

1.5. Освоить единицы измерения интенсивности УФР и расчеты УФ облучения (УФО) при разных методах измерения.

### 2. Исходные знания и умения

#### 2.1. Знать:

2.1.1. Понятие “профилактика”, как одна из основ медицины и ее составляющие - гигиена и санитария.

2.1.2. Основные понятия, методы и средства исследований по физике, химии, биологии, микробиологии, физиологии и других дисциплин предыдущих курсов, которые используются для исследования факторов окружающей среды и их влияния на организм и здоровье.

2.1.3. Природу, физические характеристики, спектральный состав солнечной радиации.

2.1.4. Физические характеристики, спектральный состав, биологическое действие УФР.

2.1.5. Дозиметрические единицы и методы измерения УФР.

#### 2.2. Уметь:

2.2.1. Проводить физические, химические, бактериологические измерения объектов окружающей среды и их влияния на организм.

2.2.2. Работать с персональными компьютерами или микрокалькуляторами при статистической обработке результатов гигиенических исследований.

2.2.3. Работать с ультрафиолетметром (уфиметром) согласно инструкции к нему.

2.2.4. Использовать математические методы расчета интенсивности и доз УФР.

### 3. Вопросы для самоподготовки

3.1. Профилактический принцип, как ведущий принцип здравоохранения. Профилактика общественная и личная, первичная, вторичная и третичная.

3.2. Гигиена как научная дисциплина, ее цель, задачи, содержание.

3.3. Методы гигиенических исследований, их классификация, характеристика.

3.4. Методы изучения состояния окружающей среды (санитарное обследование и описание, органолептические, физические, химические, биологические, бактериологические методы, их сущность и применение в гигиене).

3.5. Методы изучения влияния окружающей среды на организм и здоровье человека (экспериментальные физиологические, биохимические, гистологические, гистохимические, гематологические, токсикологические, методы натурального наблюдения, клинические).

3.6. Гигиеническое нормирование как основа охраны окружающей среды и условие сохранения здоровья населения, его объекты, виды, формы.

3.7. Отличительные особенности нормирования природных компонентов окружающей среды и антропогенных (техногенных) вредных факторов.

3.8. Принципы гигиенического нормирования.

3.9. Санитария, как практическое применение положений гигиены, санитарных норм и правил.

3.10. Природа солнечной радиации, основные составные элементы корпускулярной и электромагнитной части солнечной радиации.

3.11. Спектральный состав ультрафиолетовой части солнечной радиации на границе с атмосферой и на поверхности Земли (области А, В, С). Озоновый слой атмосферы и его гигиеническое значение.

3.12. Искусственные источники УФР, их физические и гигиенические характеристики.

3.13. Основные виды биологического (биогенного и абиогенного) действия УФР и ее особенности для каждой области спектрального состава УФР.

3.14. Методы измерения (физические, фотохимические, биологические) и расчета интенсивности УФР.

3.15. Единицы измерения интенсивности УФР.

3.16. Понятие об эритемной, физиологической и профилактической дозах УФР.

#### 4. Структура занятия

Первая часть занятия – семинарское. В начале занятия проводится тестовый письменный (или на персональных компьютерах) контроль исходного уровня знаний студентов. Для коротких ответов предлагается 10-20 вопросов.

Основная часть занятия посвящается детальному изучению вопросов: определению понятий “гигиена”, “санитария”, их цели, задач, классификации методов и средств реализации цели и задач. Студенты знакомятся с приборами и оборудованием, которое применяется для гигиенических исследований.

Преподаватель информирует студентов о порядке оформления протоколов, а также о порядке отработки пропущенных занятий.

Вторая часть занятия - лабораторное. Студенты, используя инструктивно-методические материалы, выполняют самостоятельную работу по измерению интенсивности УФР на указанном расстоянии от лампы ЛЭ-30 или ПРК (прямой ртутно-кварцевой) лампы тремя методами: физическим - с помощью ультрафиолетметра, фотохимическим - щавелево-кислым и биологическим методами. Биологическую дозу рассчитывают с помощью биодозиметра Горбачева.

Последнюю работу студенты выполняют на основании индивидуальных ситуационных задач. Используя задачи, определяют эритемную дозу, заносят ее значение в протокол, и рассчитывают физиологическую и профилактическую дозы УФО. Разрабатывают мероприятия по профилактике ультрафиолетовой недостаточности.

## 5. Литература

*Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др. – К.: Вища школа, 2000 – С. 8-96; 155-161; 593-624.

*Дополнительная:*

2. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – М.: Медицина, 1971 – С. 584.

## 6. Оснащение занятия

1. Ультрафиолетметр (уфиметр) ДАУ-81 или другой модели.
2. Биодозиметр Горбачева.
3. Сантиметровая лента или рулетка.
4. Искусственные источники УФ излучения: лампы прямая ртутно-кварцевая (ПРК), дуговая ртутно-кварцевая (ДРК), эритемные увиолевые ЭУВ-30, ЛЭ-30, лампы бактерицидные БУЛ-30, ЛБ-30.
5. Реактивы: 0,1 н раствор щавелевой кислоты (6,3 г на 1 л. дистиллированной воды); 0,1 н раствор щавелевой кислоты с азотнокислым уранилом 5,02 г/л; 0,1 н раствор  $KMnO_4$  (3,16 г на 1 л. дистиллированной воды); 6% раствор серной кислоты (60 мл на 1 л. дистиллированной воды).
6. Кварцевые пробирки, обклеенные черной бумагой с окошком площадью 3-4 см<sup>2</sup> - 2 шт.

## ГИГИЕНА КАК НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА, ЕЕ ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, САНИТАРИЯ

**Профилактика** – один из основных принципов здравоохранения. Важнейшей обязанностью медицинских работников является проведение мероприятий по предупреждению заболеваний у здоровых и обострений, осложнений и рецидивов у больных.

Под профилактикой понимают широкую систему государственных, общественных и медицинских мероприятий, которые направлены на сохранение и укрепление здоровья людей, на воспитание здорового молодого поколения, на повышение трудоспособности и продолжение активной жизни.

Различают профилактику общественную и личную. *Общественная профилактика* обеспечивается государственными мероприятиями, зафиксированными в Конституции Украины, Основах законодательства Украины о здравоохранении. Эти мероприятия обеспечивают право человека на работу, жилище, отдых, бесплатное обучение и лечение, пенсионное обеспечение, т.е. на создание таких условий, которые разрешают человеку гармонично развиваться физически и духовно, сохранять свое здоровье, трудоспособность.

*Личная профилактика* включает борьбу с перенапряжением нервной и других систем, нарушениями режима работы, отдыха, питания, гиподинамией, употреблением алкоголя и табака.

Относительно конкретных видов патологии различают *профилактику первичную*, т.е. предупреждение возникновения заболевания, влияние на механизмы, которые лежат в основе их развития или риск-факторы, которые способствуют содействию их возникновению, *вторичную*, цель которой – предупреждение прогрессирования или обострения заболеваний, заключается в устранении неблагоприятного влияния факторов окружающей среды и в систематическом дифференцированном лечении больного, и *третичную*, целью которой являются предотвращение рецидивов обострений перенесенных заболеваний.

Чем более полно население будет охвачено мероприятиями профилактики, тем более здоровым оно будет.

**Гигиена** – отрасль медицинских знаний, наука о сохранении и укреплении общественного и индивидуального здоровья путем осуществления профилактических мероприятий.

#### **Основными задачами гигиены являются:**

1. Изучение естественных и антропогенных факторов окружающей среды и социальных условий, которые могут влиять на здоровье человека.

2. Изучение закономерностей влияния факторов и условий окружающей среды на организм человека или популяции.

3. Научное обоснование и разработка гигиенических нормативов, правил и рекомендаций по максимальному использованию положительно влияющих на организм человека факторов окружающей среды и устранению или ограничению до безопасных уровней неблагоприятно действующих компонентов.

4. Использование в практике здравоохранения и народном хозяйстве разработанных гигиенических нормативов, правил, рекомендаций, проверка их эффективности и усовершенствование.

5. Прогнозирование санитарной ситуации на ближайшую и отдаленную перспективу с учетом планов развития народного хозяйства, определение соответствующих гигиеничных проблем, научная разработка этих проблем.

*Санитария* – это практическое применение разработанных гигиенической наукой нормативов, правил и рекомендаций, которые обеспечивают оптимизацию условий обучения и воспитания, быта, работы, отдыха и питания людей с целью укрепления и сохранения их здоровья.

Санитария обеспечивается санитарными и противоэпидемическими мероприятиями. Исполнителями санитарных мероприятий являются государственные органы, предприятия, учреждения и организации, частные предприниматели и фермеры, банки и фонды, профсоюзы и другие общественные организации. Различают санитарию школьную, жилищно-коммунальную, производственную и пищевую.

*Школьная санитария* – это система контроля за соблюдением санитарных норм, правил и гигиеничных требований по отношению к физическому развитию и



состоянию здоровья детей и подростков, их режима дня, организации обучения, работы, отдыха, физической культуры, к проектированию, строительству и эксплуатации помещений, мебели, оборудования в детских дошкольных и подростковых учреждениях.

*Жилищно-коммунальная санитария* обеспечивает контроль за проведением мероприятий по санитарной охране атмосферного воздуха, воды и почвы от загрязнения, осуществлением рационального научно обоснованного планирования, озеленения, застройки, санитарного благоустройства и санитарного состояния населенных мест, жилых и общественных зданий, учреждений просвещения, культуры, здравоохранения, сооружений для спорта и физической культуры.

*Производственная санитария* представляет собой комплекс мероприятий по контролю за соблюдением гигиенических нормативов факторов производственной среды, которые обеспечивают благоприятные условия работы и предупреждают возможность возникновения профессиональных заболеваний, обеспечением разработки санитарно-технических и инженерных средств борьбы с вредными для здоровья условиями работы.

*Пищевая санитария* является комплексом мероприятий по контролю за соблюдением гигиенических требований при проектировании, строительстве и эксплуатации пищевых предприятий и учреждений, материалов и оборудования для них, при разработке рецептуры и технологии пищевых продуктов, при производстве, консервировании, транспортировании, хранении и реализации пищевых продуктов, при проведении мероприятий по предупреждению алиментарных заболеваний.

## **СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ, ЕЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ**

**Солнечная радиация** – это интегральный поток корпускулярных частиц (протоны, альфа-частицы, электроны, нейтроны, нейтрино и другие) и электромагнитного (фотонного) излучения (таблица 1).

*Таблица 1*

**Электромагнитный состав солнечной радиации**

	Длина волны $\lambda$ в нанометрах
Диапазон радиочастот	> 100 000
Далекий инфракрасный участок	100 000 – 10 000
Инфракрасный участок	10 000 – 760
Видимый или оптический участок	760 – 400
Ультрафиолетовый участок	400 – 120
Крайний ультрафиолетовый участок	120-10
Мягкое рентгеновское излучение	10-0,1
Жесткое рентгеновское излучение	< 0,1

УФР Солнца с длиной волны меньше 290 нм полностью поглощается кислородом и озоном в верхних слоях земной атмосферы. Тем не менее, загрязнение атмосферы промышленными выбросами, особенно фреоном, приводит к

разрушению и утоньчению озонового слоя атмосферы, в этих регионах появлению так называемых “озоновых дыр”, из-за которых ближе к поверхности земли проникают более короткие и опасные для всего живого УФ лучи.

### Искусственные источники УФР:

- прямые ртутно-кварцевые (ПРК), дуговые ртутно-кварцевые (ДРК) лампы, генерирующие УФР в диапазоне волн 240-380 нм;
- лампы эритемные увиолевые (ЭУВ-15, ЭУВ-30, ЛЭ-30) - в диапазоне 285-380 нм;
- лампы бактерицидные увиолевые БУЛ-30, ЛБ-30 - в диапазоне 240-380 нм.

Весь диапазон УФ-излучения Солнца и искусственных источников делится на три области:

- область А - длинноволновое УФ-излучение:  $\lambda = 315-400$  нм;
- область В - средневолновое УФ-излучение:  $\lambda = 280-315$  нм;
- область С - коротковолновое УФ-излучение:  $\lambda = 10-280$  нм.

Спектральный состав и основные свойства УФИ представлены на рис. 1.

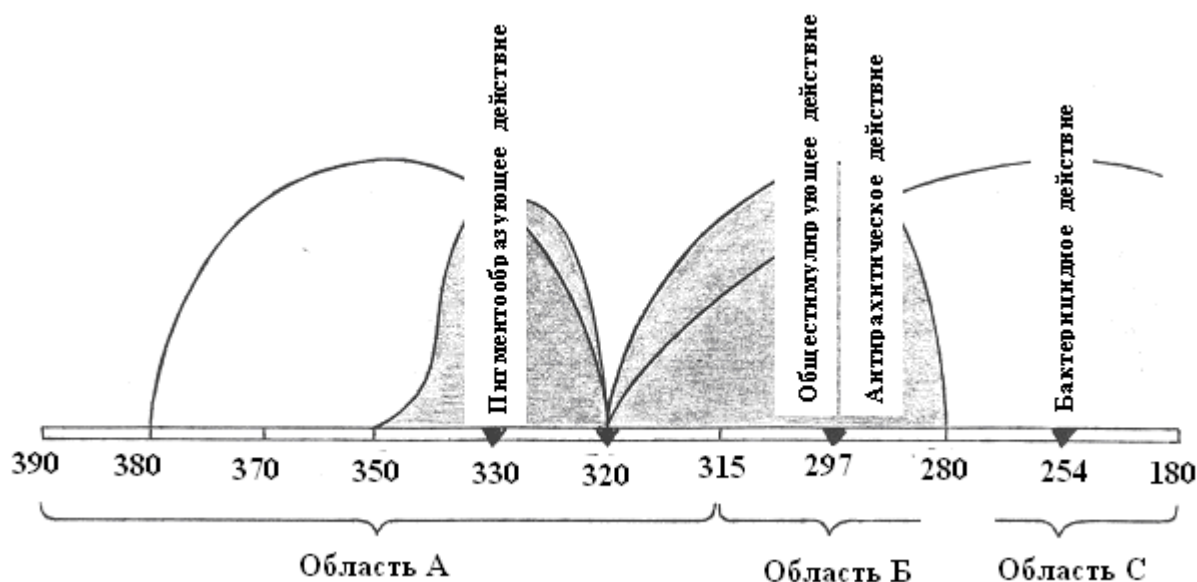


Рис. 1. Спектральный состав и основные свойства ультрафиолетового излучения (УФИ)

Биологическое действие УФР: биогенное (общестимулирующее, Д-витаминобразующее, пигментобразующее) и абиогенное (бактерицидное, вирулицидное, канцерогенное и т.п.).

**1. Общестимулирующее** (эритемное) действие УФР присуще диапазону 250-320 нм, с максимумами 250 и 297 нм (двойной пик), и минимумом при 280 нм. Это действие проявляется фотолизом белков кожи (УФ лучи проникают в кожу на глубину 3-4 мм) с образованием токсических продуктов фотолиза - гистамина, холина, аденазина, пиримидиновых соединений и других. Последние всасываются в кровь, стимулируют обмен веществ в организме, ретикулоэндотелиальную систему, костный мозг, повышают количество гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, активность ферментов дыхания, функцию печени, стимулируют деятельность нервной системы и т.п.

Общестимулирующее действие УФР усиливается благодаря ее эритемному эффекту - рефлекторному расширению капилляров кожи, особенно, если

одновременно имеет место достаточно интенсивное инфракрасное излучение. Эритемный эффект при чрезмерном облучении может закончиться ожогом кожи.

**2. Д-витаминообразующее** (антирахитическое) действие УФР присуще для диапазона 315-270 нм (область В) с максимумом действия в диапазоне длины волны 280-297 нм. Действие состоит в расщеплении кальциферолов: из эргостерина (7,8-дегидрохолестерина) в кожном сале (секрете сальных желез) под влиянием УФИ, благодаря расщеплению бензольного кольца, образуется витамин Д<sub>2</sub> (эргохолекальциферол) и витамин Д<sub>3</sub> (холекальциферол), а из провитамина 2,2-дегидроэргостерина – витамин Д<sub>4</sub>.

**3. Пигментообразующее** (загарное) действие УФР характерно для диапазонов области А, В и длиной волны 280-340 нм с максимумами при 320-330 нм и 240-260 нм. Оно обусловлено преобразованием аминокислоты тирозина, диоксифенилаланина, продуктов распада адреналина под влиянием УФР и фермента тирозиназы в черный пигмент меланин. Меланин защищает кожу (и весь организм) от избытка УФИ, видимого и инфракрасного излучения.

**4. Бактерицидное** (абиотическое) действие УФР присуще области С и В и охватывает диапазон волн с длиной от 300 до 180 нм с максимумом при длине волны 254 нм (по другим данным – 253,7-267,5 нм). Под влиянием УФР сначала возникает раздражение бактерий с активацией их жизнедеятельности, которая с увеличением дозы УФР изменяется бактериостатическим эффектом, а затем - фотодеструкцией, денатурацией белков, гибелью микроорганизмов.

**5. Канцерогенное** действие УФР проявляется в условиях жаркого тропического климата и на производствах с высокими уровнями и продолжительным действием технических источников УФИ (электросварка и т.п.).

## Методы измерения УФ радиации

1. Интегральный (суммарный) поток радиации Солнца измеряется пиранометрами (например, пиранометр Янышевского) и выражается в  $\frac{\text{мкал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$ . Солнечная постоянная равняется  $2 \frac{\text{мкал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$  на границе атмосферы и  $1 \frac{\text{мкал}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$  на уровне Земли.

2. Биологический (эритемный) метод - определение эритемной дозы с помощью биодозиметра М.Ф. Горбачева (рис. 2.). Эритемная доза (ЭД) или биодоза – наименьшая продолжительность УФ облучения незагоревшей кожи в минутах, после которого спустя 15-20 часов (у детей спустя 1-3 часа) проявляется выраженное покраснение кожи (эритема).

Биодозиметр М.Ф. Горбачева представляет собой планшетку с 6-ю отверстиями (1,5 - 1,0 см), которые закрываются подвижной пластинкой. Для определения эритемной дозы биодозиметр закрепляют на незагоревшей части тела (внутренняя часть предплечья). Целесообразно пометить на коже (шариковой ручкой) расположение и номер окошек. Исследуемый участок кожи располагают на расстоянии 0,5 м от искусственного источника УФИ (после прогрева лампы 10-15 мин.) и открывают каждое окошко на 1 минуту. Таким образом, окошко № 1

облучается 6 мин., № 2 - 5 мин., № 3 - 4 мин., № 4 - 3 мин., № 5 - 2 мин., № 6 - 1 мин. В зависимости от мощности источника и других условий время облучения и расстояние до источника могут быть иными.

Контроль появления эритемы проводят через 18-20 часов после облучения. Эритемную дозу определяют в минутах по номеру окошка, где эритема будет наименьшей.

Физиологическая доза составляет 1/2 - 1/4 эритемной, а профилактическая – 1/8 эритемной дозы.

Профилактическую дозу на необходимом для облучения пациентов расстоянии рассчитывают по формуле:

$$X = \left( \frac{B}{C} \right)^2 \cdot A \cdot \frac{1}{8} \text{ мин.},$$

где: B - расстояние от лампы до пациента в м;

C - стандартное расстояние в м, на котором определяется эритемная доза (0,5 м);

A - эритемная доза на стандартном расстоянии, мин.

**Примечание:** как отмечено раньше, студенты друг у друга на занятии лишь облучают кожу при помощи дозиметра Горбачева. На коже шариковой ручкой нумеруют окошки, а спустя 18-20 часов самостоятельно определяют эритемную дозу, рассчитывают физиологическую и профилактическую дозы, данные заносят в протокол, о результатах работы отчитываются на следующем занятии.

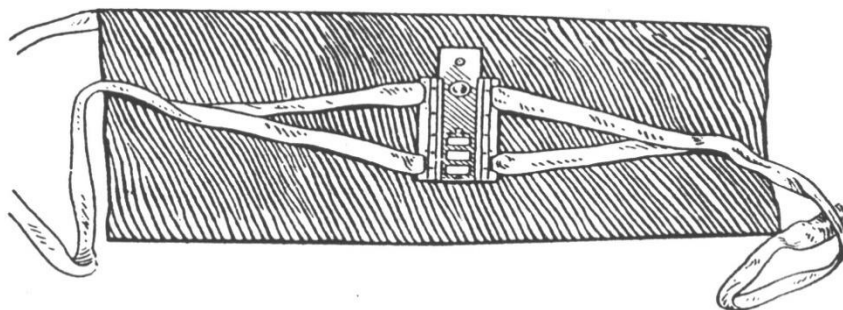


Рис. 2. Биодозиметр Горбачева

3. Фотохимический (щавелевокислый) метод разработан З.Н. Куличковой и основан на разложении щавелевой кислоты в присутствии азотнокислого уранила пропорционально интенсивности и продолжительности УФ облучения ее титрованного раствора.

Результат измерения выражается в количестве миллиграммов разложившейся щавелевой кислоты на 1 см<sup>2</sup> облучаемой поверхности раствора. Одной эритемной дозе отвечает 3,7- 4,1 мг/см<sup>2</sup> разложившейся щавелевой кислоты, физиологической дозе – 1 мг/см<sup>2</sup>, профилактической дозе – 0,5 мг/см<sup>2</sup>.

Интенсивность ультрафиолетовой радиации этим методом определяется в мг разложившейся щавелевой кислоты на 1 см<sup>2</sup> поверхности раствора за единицу времени (мин, час).

**Реактивы:** 0,1 н раствор щавелевой кислоты (6,3 г на 1 л дистиллированной воды); рабочий 0,1 н раствор перманганата калия (3,16 г KMnO<sub>4</sub> в 1 л дистиллированной воды); рабочий 0,1 н раствор щавелевой кислоты с азотнокислым уранилом (6,3 г щавелевой кислоты и 5,02 г азотнокислого уранила в 1 л дистиллированной воды); 6 % раствор серной кислоты (60 мл концентрированной кислоты на 1 л дистиллированной воды).

**Порядок исследования:**

1. Определяют титр 0,1 н раствора KMnO<sub>4</sub> точным 0,1 н раствором щавелевой кислоты (Т). Для этого в колбу для титрования отмеривают 25 мл раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 25 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты, подогревают на водяной бане до 70°, титруют из бюретки 0,1 н. раствором KMnO<sub>4</sub> до появления едва заметного розового цвета, не исчезающего на протяжении 1 мин. Титр рассчитывают путем деления количества мл щавелевой кислоты на количество мл раствора KMnO<sub>4</sub>, использованного на титрования.

2. Определяют начальный объем раствора KMnO<sub>4</sub> по рабочему раствору щавелевой кислоты с уранилом (V<sub>1</sub>), который будет облучаться. Для этого вместо раствора чистой щавелевой кислоты берется 25 мл рабочего раствора щавелевой кислоты с азотнокислым уранилом. Титрование проводят аналогично.

3. Экспозиция рабочего раствора в исследуемом месте для определения интенсивности УФИ. В затемненную черной бумагой кварцевую пробирку со световым окном в бумаге определенного размера наливают 25 мл рабочего раствора щавелевой кислоты с азотнокислым уранилом.

Закрытая пробкой пробирка выставляется в штативе на открытом участке для измерения УФР Солнца и небосклона на час или на определенное количество часов, или же в соответствующем месте под источником искусственной УФР (лампа ЛЭ-30, ПРК и прочие). После экспозиции пробирка сохраняется в светонепроницаемом футляре.

*Примечание:* Для ускорения работы студенты получают готовый рабочий раствор, экспонированный лабораторией.

4. Определение объема раствора KMnO<sub>4</sub> по рабочему раствору щавелевой кислоты с азотнокислым уранилом после экспозиции (V<sub>2</sub>) выполняется аналогично описанному выше. Разность между начальным объемом раствора KMnO<sub>4</sub> и его объемом после экспозиции рабочего раствора щавелевой кислоты показывает, сколько щавелевой кислоты разложилось под действием УФР.

Интенсивность УФР измеряют в мг разложившейся щавелевой кислоты на 1 см<sup>2</sup> поверхности светового окна пробирки за час.

Расчет осуществляется по формуле:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot T \cdot 6,3}{S \cdot t},$$

где: Т - титр 0,1 н. раствора KMnO<sub>4</sub> по щавелевой кислоте;

$V_1$  и  $V_2$  – объемы раствора  $KMnO_4$ , израсходованные на титрование щавелевой кислоты с азотнокислым уранилом, соответственно, до и после УФ облучения, мл;  
 6,3 - количество мг щавелевой кислоты в 1 мл 0,1 н. раствора;  
 $S$  – площадь светового окна кварцевой пробирки,  $см^2$ ;  
 $t$  - продолжительность экспозиции пробирки под источником УФР, часов (от Солнца) или минут (от искусственного источника УФР).

**Пример вывода.** Интенсивность УФР Солнца и небосклона, по результатам определения составляет 1,3 мг/ $см^2$ ·час разложившей щавелевой кислоты, которая отвечает 0,3 эритемной дозы. Человеку ежедневно нужно получить не меньше 1/8 эритемной дозы. Для этого он должен находиться под открытым небом не менее 24 мин.

4. Физический (фотоэлектрический) метод – измерение интенсивности УФР ультрафиолетметром (сокращенно – уфиметром). Уфиметр – физический прибор с магниевым (для диапазона 220-290 нм) или сурьмяно-цезиевым (290-340 нм) фотоэлементом. Результаты измерения выражаются в  $\frac{мВт}{м^2}$  или  $\frac{мкВт}{см^2}$ .

В связи с тем, что эритемный эффект различный при разных длинах волн, а наибольший при  $\lambda=297$  нм, введена эквивалентная этой длине единица – микроэр, т.е.  $1 \text{ мкэр} = 1 \frac{мкВт}{см^2}$  при  $\lambda=297$  нм. При других длинах волн результат измерения в  $\frac{мкВт}{см^2}$  умножают на относительную биологическую эффективность (ОБиолЭ).

Например, интенсивность УФР, измеренная уфиметром, равняется  $6 \frac{мкВт}{см^2}$ , из них  $4 \frac{мкВт}{см^2}$  при  $\lambda=297$  нм, а  $2 \frac{мкВт}{см^2}$  при  $\lambda=310$  нм (табл. 2).

Отсюда доза облучения составляет:  $4 \times 1 + 2 \times 0,03 = 4,06$  мкэр. Установлено, что 1 ЭД = 700-1000 мкэр; 1 профилактическая доза - 100 мкэр.

Таблица 2

### Относительная биологическая эффективность УФР разных диапазонов

Длина волны, нм	320	310	300	297	280	250	180
Относительная биологическая эффективность	0,01	0,03	0,5	1,0	0,75	0,43	0,18

Аналогично к изложенному выше, бактерицидный эффект наибольший при длине волны 254 нм, а при других длинах волны снижается, поэтому введена единица микробакт.

$1 \text{ микробакт} = 1 \frac{мкВт}{см^2}$  при  $\lambda=254$  нм, а при других длинах волны результат измерения в  $\frac{мкВт}{см^2}$  умножают на коэффициент относительной бактерицидной эффективности (ОБактЭ) (табл. 3).

### Относительная бактерицидная эффективность

Длина волны, нм	320	300	280	254	220	180	100
Относительная бактерицидная эффективность	0,02	0,08	0,45	1,0	0,84	0,76	0,74

Существует несколько типов уфиметров. Ниже приведена инструкция по использованию дозиметра УФ радиации автоматического ДАУ-81 для измерения интенсивности УФР и дозы облучения.

Дозиметр ДАУ-81 предназначен для измерения энергии излучения в пределах до  $500 \text{ Вт/м}^2$  и дозы облучения в диапазоне от  $10 \text{ Дж/м}^2$  до  $15 \text{ МДж/м}^2$  в пределах углов падения излучения  $\pm 80^\circ$  искусственными источниками излучения: бактерицидного диапазона УФР-ДБ в спектральной области от 0,22 до 0,28 мкм (обл. С); лампами ЛУФ-40, ЛУФ-80 в спектральной области от 0,32 до 0,40 мкм (видимый свет).

Дозиметр ДАУ-81 состоит из блока измерения и преобразователей: - первичного (УФ-С) с фотоэлементом Ф-29, работающего в спектральной области 0,22-0,28 мкм (обл. С); - первичного (УФ-А) с фотоэлементом Ф-26 с комплектом светофильтров УФ и СЗС-23, обеспечивающих измерение в спектральной области 0,32-0,40 мкм (обл. А); - первичного (ФАР) с фотоэлементом Ф-25 с комплектом светофильтров СЗС-25 и ЗС-4, обеспечивающих измерение в спектральной области 0,38-0,71 мкм (видимый свет).

**Подготовка дозиметра к работе.** Подключите к блоку измерения первичный преобразователь, соответствующий выбранной спектральной области (С, А или видимого), а кабель управления источником излучения (УФ лампой) - к системе управления.

Включите прибор в электросеть. Прибор готов к измерению, если при нажатии кнопки “Сеть” стрелка на измерительном щитке отклоняется от нуля.

**Порядок работы.** Включите дозиметр, нажав кнопку “Сеть”.

Ручкой “Уст. 0” установите стрелку микроамперметра на нулевую метку, перед тем нажав клавишу переключателя границ излучения энергетической освещаемости “10” (преобразователь первичный закрыт).

Нажмите клавишу “500”. Снимите крышку из первичного преобразователя. Проверьте показатели микроамперметра. Если показатели составляют меньше 1/5 шкалы, переходите на более чувствительный режим, последовательно нажимая клавиши “100”, а потом “10”.

Установите по датчику необходимую дозу облучения .

Нажмите кнопку “Сброс”. На счетчике должны установиться нули.

При достижении заданной дозы (соотношение с показателем индикатора дозы) срабатывает звуковая сигнализация и поступает сигнал на выключение источника излучения (УФ лампы).

Измените показание звукового сигнала, снова нажмите кнопку “Сброс”. На табло снова засветятся нули.

После установления необходимой дозы облучения на датчике, дозиметр снова готов к работе.

#### 5. Расчетные методы определения интенсивности УФ радиации.

Расчет эритемного потока маячного (передвижного) облучателя ЛЭ-10 проводят по формуле:

$$\mathcal{F}_{\text{облучателя}} = 5,4 \cdot S \cdot H/t,$$

где:  $\mathcal{F}$  - общий (суммарный) эритемный поток облучателя, мэр/м<sup>2</sup> · мин;

5,4 - коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

t - продолжительность работы облучателя, мин;

H – доза профилактического УФ облучения, мэр/м<sup>2</sup> · мин.

Значение H: - при 1 ЭД = 800 мкэр  $\left(\frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}\right) = 5000 \text{ мэр/м}^2 \cdot \text{мин};$

- при 1/2 ЭД = 400 мкэр  $\left(\frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}\right) = 2500 \text{ мэр/м}^2 \cdot \text{мин};$

- при 1/4 ЭД = 200 мкэр  $\left(\frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}\right) = 1250 \text{ мэр/м}^2 \cdot \text{мин};$

- при 1/8 ЭД = 100 мкэр  $\left(\frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}\right) = 625 \text{ мэр/м}^2 \cdot \text{мин}.$

*Примечание: Расчет доз профилактического УФ облучения при применении солнечных и воздушных ванн с помощью таблиц приведен в следующей теме № 3 “Методика использования УФ излучения с целью профилактики заболеваний и санации воздушной среды”.*

### **Использование Солнца и искусственных источников УФР для первичной и вторичной профилактики хронических сердечно-сосудистых заболеваний с лечебной целью**

Практической медициной и специальными исследованиями (В.Г.Бардов, 1990) накоплен значительный материал о положительном действии естественного (солнечного) и искусственного УФ облучения (УФО) в профилактических дозах по соответствующим схемам на развитие и течение сердечно-сосудистых заболеваний. У таких больных после профилактического курса УФО повышается тонус коры головного мозга, нормализуются процессы возбуждения и торможения, улучшается состояние вегетативной нервной системы, повышается активность ряда ферментов, увеличивается содержание гемоглобина в крови, нормализуется липидный обмен, проницаемость мембран клеток, стимулируется минеральный, особенно фосфорно-кальциевый обмен, снижается артериальное давление при гипертонии, уменьшается частота и тяжесть гипертонических кризов, становятся лучше большинство показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы, уменьшается количество приступов стенокардии, случаев инфаркта миокарда, мозгового инсульта.



Для первичной и вторичной гелиопрофилактики перечисленных заболеваний и функциональных состояний организуются аеросолярии (солнечно-воздушные ванны) и лечебные пляжи, на которых должны быть исключены условия как перегревания, так и переохлаждения организма (защита от ветров). Для приема солнечных ванн целесообразнее использовать топчаны или шезлонги, реже пляжный песок. Продолжительность инсоляций определяется при помощи специальных таблиц, составленных с учетом солнечного климата местности.

Искусственные источники УФ радиации для профилактического облучения - разных конструкций облучатели и фотарии оборудуются эритемными лампами ЛЭ-15, ЛЭ-30 и прочие, которые не генерируют нежелательного коротковолнового УФ излучения, более коротче 285 нм (рис. 3, 4).

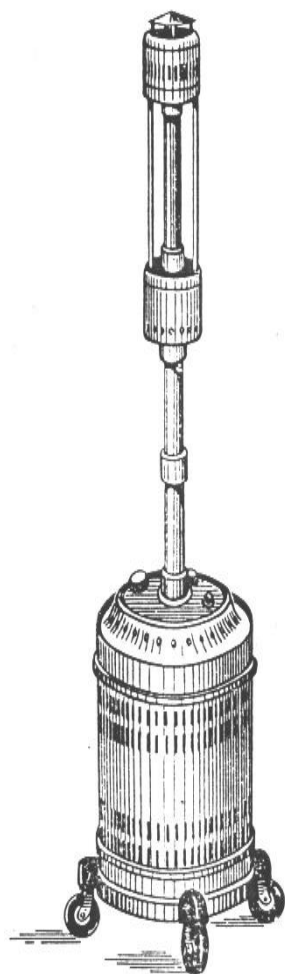


Рис. 3. Маячный облучатель

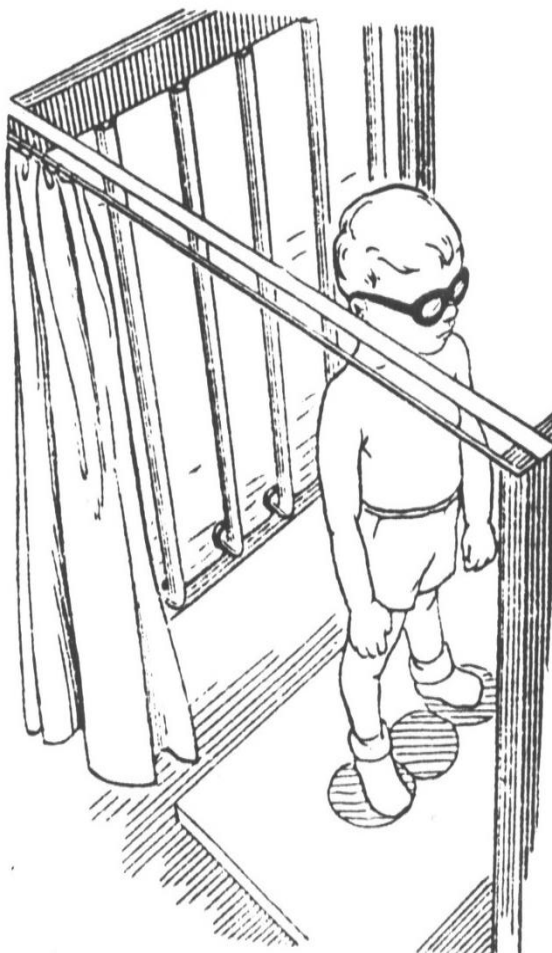


Рис. 4. Фотарий с двухсторонними рядами эритемных ламп

Перед облучением определяют эритемную дозу (биодозу), а затем, пользуясь табл. 4 определяют расстояние и продолжительность профилактического облучения.

Таблица 4

**Коэффициенты для определения продолжительности облучения при изменении расстояния лампы от места облучения**

Начальное расстояние от лампы, см	Новое расстояние, см					
	100	70	50	40	30	20
100	1,00	0,49	0,25	0,16	0,09	0,05
70	2,04	1,00	0,51	0,32	0,18	0,12
50	4,00	1,96	1,00	0,64	0,36	0,25
40	6,25	3,06	1,56	1,00	0,56	0,39
30	11,10	5,44	2,77	1,77	1,00	0,69
20	16,00	7,84	4,00	2,56	1,44	1,00

## Учебная инструкция для оценки эффективности санации воздуха УФ излучением

Для оценки эффективности санации воздуха необходимо провести посев воздуха на чашки Петри с мясо-пептонным агаром или специальной средой с помощью прибора Кротова (рис. 5) до облучения помещения. Облучения выполняют с помощью бактерицидных ламп ЛБ-30 или ртутно-кварцевых типа ПРК с учетом рассчитанной экспозиции. После облучения проводят повторный посев воздуха на чашки Петри. После инкубации чашек в термостате на протяжении 24 часов при температуре 37°C подсчитывают количество колоний, которые выросли на обеих чашках, засеянных воздухом до и после облучения.

Оценка микробного загрязнения воздуха проводится путем определения показателя микробного загрязнения воздуха – микробного числа (общее количество микроорганизмов) и количества гемолитического стафилококка в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Микробное число рассчитывают по формуле:

$$\text{М. ч.} = \frac{A \cdot 1000}{T \cdot V}$$

где: М. ч. – количество микробных тел в 1 м<sup>3</sup> воздуха;

А - количество колоний на чашке Петри;

Т - продолжительность забора пробы воздуха, мин.;

V - скорость пропускания воздуха через прибор Кротова, л/мин.

Бактерицидное действие УФР характеризуется степенью эффективности, которая показывает, на сколько % уменьшилось количество микроорганизмов, и коэффициентом эффективности, который показывает во сколько раз уменьшилось число микроорганизмов в том же объеме воздуха (разность в количестве колоний, которые проросли на чашках Петри, засеянных воздухом до и после облучения).

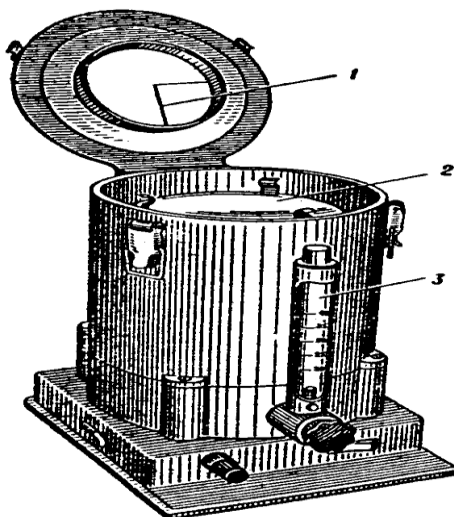


Рис. 5. Прибор Кротова для бактериологического исследования воздуха  
(1 – клиновидная щель; 2 – вращательный диск; 3 - реометр)

Санация считается эффективной, если степень эффективности составляет 80 %, а коэффициент эффективности – не меньше 5. (Степень эффективности - выраженное в процентах отношение разности между количеством колоний до

санации и после санации к количеству колоний до санации. Коэффициент эффективности - число, которое показывает, во сколько раз в результате санации уменьшилось число колоний).

Полученное после санации воздуха микробное число сравнивают также с рекомендациями допустимого бактериального загрязнения воздуха закрытых помещений (табл. 5)

Таблица 5

**Ориентировочные показатели для оценки микробного загрязнения  
(степени чистоты) воздуха некоторых помещений**

	Микробное число, в м <sup>3</sup>		Характеристика воздуха
	Общее микробное число	В т.ч. гемолитический стрептококк	
Жилые помещения	До 2000	До 10	Очень чистый
Общественные помещения	2000-4000	11-40	Довольно чистый
Детские учреждения (детские дома, школы и др.)	4000-7000	40-120	Умеренно загрязненный
	>7000	>120	Сильно загрязненный
<b>Операционная:</b>			
а) до операции	До 500	Не должно быть	Чистый
б) после операции	До 1000	Не больше 3	
<b>Перевязочная:</b>			
а) до работы	До 500	Не должно быть	Чистый
б) в конце работы	До 2000	Не больше 3	
Манипуляционная	До 1000	До 16	Очень чистый
	До 2500	До 16	Довольно чистый
Больничная палата	До 3500	До 100	Чистый

Искусственные источники УФР широко используют также и с лечебной целью - при ревматизме, невралгических болях, кожном туберкулезе и, особенно, в хирургической практике с целью ускорения заживления хирургических, травматических, гнойных ран и других их осложнений. Действие УФР на раны состоит в ее бактерицидных свойствах, способности к ускорению отторжения гнойных выделений, стимуляции керато-пластических функций кожи, общего обезболивающего действия. Поэтому с этой целью используют искусственные источники УФР широкого диапазона - типа прямых ртутно-кварцевых (ПРК) ламп.

При действии УФ излучения на поверхность раны и одновременном облучении здоровой зоны вокруг раны, ускоряется гидратация раны, сокращается период рубцевания и эпителизации, т.е. ускоряется заживление раны.

## Тема 2

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ CO<sub>2</sub> И ОКИСЛЯЕМОСТИ ВОЗДУХА КАК ПОКАЗАТЕЛЕЙ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА И ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

### 1. Учебная цель

1.1. Ознакомиться с факторами и показателями загрязнения воздуха помещений коммунально-бытового, общественного и производственного назначения.

1.2. Овладеть методикой гигиенической оценки чистоты воздуха и эффективности вентиляции помещений.

### 2. Исходные знания и умения

#### 2.1. Знать:

2.1.1. Физиолого-гигиеническое значение составных компонентов воздуха и их влияние на здоровье и санитарные условия жизни.

2.1.2. Источники и показатели загрязнения воздуха помещений коммунального, бытового, общественного и производственного назначения, их гигиеническое нормирование.

2.1.3. Обмен воздуха в помещениях. Виды и классификация вентиляции помещений, основные параметры, которые характеризуют ее эффективность.

#### 2.2. Уметь:

2.2.1. Определять концентрацию углекислого газа в воздухе и оценивать степень чистоты воздушной среды помещений.

2.2.2. Рассчитывать необходимый и фактический объем и кратность вентиляции помещений.

### 3. Вопросы для самоподготовки

3.1. Химический состав атмосферного и выдыхаемого воздуха.

3.2. Основные источники загрязнения воздуха помещений коммунально-бытового, общественного и производственного назначения. Критерии и показатели загрязнения воздуха (физические, химические, бактериологические).

3.3. Источники загрязнения воздуха жилых помещений. Окисляемость воздуха и диоксид углерода как косвенные показатели загрязнения воздуха.

3.4. Влияние разных концентраций диоксида углерода на организм человека.

3.5. Экспрессные методы определения концентрации диоксида углерода в воздухе (метод Лунге-Цеккендорфа, Прохорова).

3.6. Гигиеническое значение вентиляции помещений. Виды, классификация вентиляции помещений коммунально-бытового и производственного назначения.

3.7. Показатели эффективности вентиляции. Необходимый и фактический объем и кратность вентиляции, методы их определения.

### 3.8. Кондиционирование воздуха. Принципы построения кондиционеров.

## 4. Структура и содержание занятия

Занятие лабораторное. После проверки исходного уровня знаний и подготовки к занятию студенты получают индивидуальные задачи и, пользуясь инструкциями приложений и рекомендованной литературой, определяют концентрацию диоксида углерода в помещении учебной лаборатории и за ее пределами (на улице), ведут необходимые расчеты, составляют выводы; рассчитывают необходимый объем и кратность вентиляции для лаборатории с учетом количества людей и характера выполняемой работы; измеряют объем воздуха, который поступает или удаляется из помещения, рассчитывают фактические объем и кратность вентиляции, составляют выводы и рекомендации. Работу оформляют протоколом.

## 5. Литература

### *Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. /Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов / Под ред. Е.И. Гончарука. - К.: Высшая школа, 1995. - С. 118-137.
2. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др. - К.: Высшая школа, 2000. - С. 140-142.
3. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. - М., 1971. - С.73-77, 267-273.
4. Общая гигиена. Пособие к практическим занятиям. /И.И. Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л. Долошицкий и др. / Под ред. И.И. Даценко. - Львов: Мир, 1992. - С. 43-48.
5. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена. К.: Высшая школа, 1983. - С. 45-52, 123-129.
6. Лекция.

### *Дополнительная:*

7. Даценко И.И., Габович Р.Д. Профилактическая медицина. Общая гигиена с основами экологии. - К.: Здоровье, 1999. - С. 6-21, 74-79, 498-519, 608-658.
8. СНиП П-33-75. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования. - М., 1975.

## 6. Оснащение занятия

1. Шприц Жанне (50-100 мл).
2. Раствор безводной соды  $\text{NaCO}_3$  (5,3 г на 100 мл дистиллированной воды) с 0,1% раствором фенол-фталеина.
3. Пипетка на 10 мл.
4. Дистиллированная вода в флаконе свежекипяченая и охлажденная.
5. Формулы для расчета необходимого объема и кратности вентиляции помещений.
6. Рулетка или сантиметровая лента.

7. Задача студенту по определению концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе и показателей вентиляции помещения.

### **Гигиенические показатели санитарного состояния и вентиляции помещений**

1. Химический состав атмосферного воздуха: азота - 78,08%; кислорода - 20,95%; углекислого газа - 0,03-0,04%; инертных газов (аргон, неон, гелий, криптон, ксенон) - 0,93%; влаги, как правило, от 40-60% до насыщения; пыль, микроорганизмы, естественные и техногенные загрязнения - в зависимости от промышленного развития региона, типа поверхности (пустыня, горы, наличие зеленых насаждений и др.)

2. Основные источники загрязнения воздуха населенных мест, производственных помещений - выбросы промышленных предприятий, автотранспорта; пиле-, газообразование промышленных предприятий; метеорологические факторы (ветры) и тип поверхности регионов (пылевые бури пустынных мест без зеленых насаждений).

3. Источники загрязнения воздуха жилых помещений, помещений коммунально-бытового назначения и общественных помещений - продукты жизнедеятельности организма людей, которые выделяются кожей и при дыхании (продукты распада пота, кожного сала, омертвевшего эпидермиса, другие продукты жизнедеятельности, которые выделяются в воздух помещения пропорционально количеству людей, срока их пребывания в помещении и количества углекислого газа, который накапливается в воздухе пропорционально перечисленным загрязнителям), и поэтому используется как показатель (индикатор) степени загрязнения этими веществами воздуха помещений различного назначения.

4. Учитывая, что через кожу и при дыхании выделяются, в основном, органические продукты обмена веществ, для оценки степени загрязнения воздуха помещений людьми было предложено определять другой показатель этого загрязнения – окисляемость воздуха, т.е. измерять количество миллиграммов кислорода, необходимого для окисления органических соединений в  $1 \text{ м}^3$  воздуха с помощью титрованного раствора бихромата калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

Окисляемость атмосферного воздуха обычно не превышает 3-4  $\text{мг}/\text{м}^3$ , в хорошо проветриваемых помещениях окисляемость находится на уровне 4-6  $\text{мг}/\text{м}^3$ , а в помещениях с неблагоприятным санитарным состоянием окисляемость воздуха может достигать 20 и более  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

5. Концентрация углекислого газа отображает степень загрязнения воздуха другими продуктами жизнедеятельности организма. Концентрация углекислого газа в помещениях увеличивается пропорционально количеству людей и времени их пребывания в помещении, но как правило, не достигает вредных для организма уровней. Только в замкнутых, недостаточно вентилируемых помещениях (хранилищах, подводных лодках, подземных выработках, производственных помещениях, канализационных системах и т.п.) за счет брожения, горения, гниения количество углекислого газа может достигать концентраций, опасных для здоровья и даже жизни человека.

Исследованиями М. П. Бресткина и ряда других авторов установлено, что повышение концентрации  $\text{CO}_2$  до 2-2,5% не вызывает заметных отклонений в самочувствии человека, его трудоспособности. Концентрации  $\text{CO}_2$  до 4% вызывают повышение интенсивности дыхания, сердечной деятельности, снижение трудоспособности. Концентрации  $\text{CO}_2$  до 5% сопровождаются одышкой, усилением сердечной деятельности, снижением трудоспособности, а 6% - способствуют снижению умственной деятельности, возникновению головной боли, умопомрачению, 7% - может вызвать неспособность контролировать свои действия, потерю сознания и даже смерть, 10% - вызывает быструю, а 15-20% мгновенную смерть из-за паралича дыхания.

Для определения концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе разработано несколько методов, среди которых метод Субботина-Нагорского с гидроокисью бария, методы Реберга-Винокурова, Калмыкова, интерферометрический. Вместе с тем в санитарной практике наиболее широко используется портативный экспрессный метод Лунге-Цеккендорфа в модификации Д.В. Прохорова.

### **Определение диоксида углерода в воздухе экспресс-методом Лунге-Цеккендорфа в модификации Д.В. Прохорова**

Принцип метода основан на пропускании исследуемого воздуха через титрованный раствор углекислого натрия (или аммиака) в присутствии фенолфталеина. При этом происходит реакция  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$ . Раствор фенолфталеина, который имеет розовую окраску в щелочной среде, после связывания  $\text{CO}_2$  обесцвечивается (кислая среда).

Разведением 5,3 г химически чистого  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 100 мл дистиллированной воды готовят исходный раствор, к которому прибавляют 0,1% раствор фенолфталеина. Перед анализом готовят рабочий раствор разведением исходного раствора 2 мл до 10 мл дистиллированной водой.

Раствор переносят в склянку Дрекслея по Лунге-Цеккендорфу (рис. 2) или в шприц Жанне по Прохорову (рис. 11.1б). В первом случае к длинной трубке склянки Дрекслея с утонченным носиком присоединяют резиновую грушу с клапаном или небольшим отверстием. Медленно сжимая и быстро отпуская грушу, продувают через раствор исследуемый воздух. После каждой продувки склянку встряхивают для полного поглощения  $\text{CO}_2$  из порции воздуха. Во втором случае (по Прохорову) в шприц, наполненный 10 мл рабочего раствора соды с фенолфталеином, держа его вертикально, набирают порцию исследуемого воздуха. Затем энергичным встряхиванием (7-8 раз) воздух приводят в контакт с поглотителем, после чего воздух выталкивается и вместо него набирается одна за другой порции исследуемого воздуха до полного обесцвечивания раствора в шприце. Считают количество объемов (порций) воздуха, пошедших на обесцвечивание раствора. Анализ воздуха проводят в помещении и за пределами помещения (атмосферный воздух).

Результат рассчитывают по обратной пропорции на основании сопоставления количества израсходованных объемов (порций) груш или шприцев и концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе (0,04%) и в конкретном исследуемом помещении, где определяется концентрация  $\text{CO}_2$ . Например, в помещении израсходовано 10



объемов груш, или шприцев, на улице – 50 объемов. Отсюда, концентрация  $\text{CO}_2$  в помещении =  $(0,04 \times 50) : 10 = 0,2\%$ .

Предельно допустимая концентрация (ПДК)  $\text{CO}_2$  в жилых помещениях разного назначения установленная в пределах 0,07-0,1%, в производственных помещениях, где  $\text{CO}_2$  накапливается от технологического процесса, до 1-1,5%.

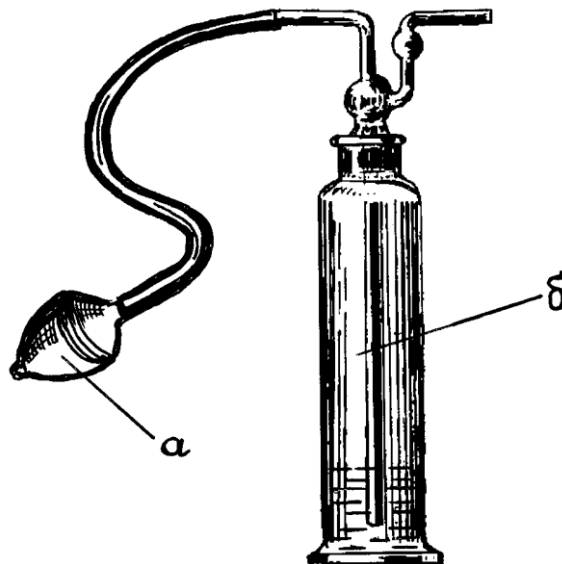


Рис. 2. Прибор для определения концентрации  $\text{CO}_2$  по Лунге-Цеккендорфу (а - резиновая груша для продувки воздуха с клапаном; б - склянка Дрекслея с раствором соды и фенол-фталеина)



Рис. 3. Шприц Жанне для определения концентрации  $\text{CO}_2$  по Д. В. Прохорову

**Методика определения и гигиенической оценки показателей воздухообмена и вентиляции помещений**

Воздух жилых помещений считается чистым, если концентрация  $\text{CO}_2$  не превышает предельно допустимых концентраций – 0,07% (0,7‰) по Петтенкоферу или 0,1% (1,0‰) по Флюге.

На этом основании рассчитывается необходимый объем вентиляции – количество воздуха (в  $\text{м}^3$ ), которое должно поступать в помещение в течение 1 ч, чтобы концентрация  $\text{CO}_2$  в воздухе не превысила предельно допустимых концентраций для данного вида помещений. Его рассчитывают по формуле:

$$V = \frac{K \cdot n}{P - P_1}$$

где:  $V$  – объем вентиляции,  $\text{м}^3/\text{час}$ ;

$K$  – количество  $\text{CO}_2$ , выделяемое одним человеком за один час (в покое 21,6 л/ч; во сне – 16 л/ч; при выполнении работы разной тяжести – 30-40 л/ч);

$n$  – количество людей в помещении;

$P$  – предельно допустимая концентрация  $\text{CO}_2$  в промилле (0,7 или 1,0‰);

$P_1$  – концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе в промилле (0,4‰).

При расчете количества  $\text{CO}_2$ , которое выделяет один человек за один час, выходят из того, что взрослый человек при легкой физической работе производит в течение 1 минуты 18 дыхательных движений с объемом каждого вдоха (выдоха) 0,5 л и, следовательно, в течение часа выдыхает 540 л воздуха ( $18 \times 60 \times 0,5 = 540$ ).

Учитывая, что концентрация углекислого газа в выдыхаемом воздухе примерно 4% (3,4-4,7%), то общее количество выдыхаемого углекислого газа за пропорцией составит:

$$x = \frac{540 \cdot 4}{100} = 21,6 \text{ л/час}$$

При физических нагрузках пропорционально их тяжести и интенсивности возрастает количество дыхательных движений, а потому возрастает и количество выдыхаемого  $\text{CO}_2$  и необходимый объем вентиляции.

Необходимая кратность вентиляции – число, которое показывает, сколько раз в течение часа меняется воздух помещения, чтобы концентрация  $\text{CO}_2$  не превышала предельно допустимых уровней.

Необходимую кратность вентиляции находят путем деления рассчитанного необходимого объема вентиляции на кубатуру помещения.

Фактический объем вентиляции находят путем определения площади вентиляционного отверстия и скорости движения воздуха в нем (фрамуга, форточка). При этом учитывают, что через поры стен, щели в окнах и двери в помещение проникает объем воздуха, близкий к кубатуре помещения и его нужно прибавить к объему, который проникает через вентиляционное отверстие.

Фактическую кратность вентиляции рассчитывают делением фактического объема вентиляции на кубатуру помещения.

Сопоставляя необходимые и фактические объемы и кратность вентиляции, оценивают эффективность обмена воздуха в помещении. Нормативы кратности обмена воздуха в помещениях разного назначения (табл.1).

Таблица 1

### Нормативы кратности обмена воздуха в помещениях разного назначения

Помещение	Кратность обмена воздуха, ч	
	вытяжка	приток
<b>СНиП 2.08. 02-89 – больничные помещения</b>		
Палата взрослых	80 м <sup>3</sup> на 1 койку	
Предродовая, перевязочная	1,5 раза/ч	2 раза/ч
Родовая, операционная, предоперационная	8 раз/ч	
Послеродовая палата	80 м <sup>3</sup> на 1 кровать	
Палата для детей	80 м <sup>3</sup> на 1 кровать	
Бокс, полубокс	2,5 раза/ч в коридор	2,5 раза/ч
Кабинет врача	1 раз/ч	1 раз/ч
<b>СНиП 2.08. 01-89 – жилые помещения</b>		
Жилая комната		3 м <sup>3</sup> /ч на 1 м <sup>2</sup> площади
Кухня газифицирована		90 м <sup>3</sup> /ч

*Продолжение Таблицы 1*

Туалет, ванная комната		25 м <sup>3</sup> /ч
<b>ДБН В. 2.2-3-97 – дома и сооружения учебных заведений</b>		
Класс, кабинет	16 м <sup>3</sup> на 1 человека	1 раз/ч
Мастерская	20 м <sup>3</sup> на 1 человека	1 раз/ч
Спортзал	80 м <sup>3</sup> на 1 человека	1 раз/ч
Учительская		1,5 раз/ч

Необходимый объем и кратность вентиляции положены также в основу научного обоснования норм жилой площади. Учитывая, что при закрытых окнах и двери, как сказано выше, через поры стен, щели в окнах и двери в помещение проникает объем воздуха, близкий к кубатуре помещения (т.е., его кратность равняется ~ 1 раз/час), а высота помещения в среднем равняется 3 м, норма площади на 1 человека составляет:

- по Флюге (ПДК CO<sub>2</sub>=1‰)

$$S = \frac{K \cdot n}{(P - P_1) \cdot h} = \frac{21,6 \cdot 1}{(1 - 0,4) \cdot 3} = 12 \text{ м}^2/\text{человека.}$$

- по Петтенкоферу (ПДК CO<sub>2</sub>=0,7‰)

$$S = \frac{21,6 \cdot 1}{(0,7 - 0,4) \cdot 3} = 24 \text{ м}^2/\text{человека.}$$

## Тема 3

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОМЕЩЕНИЙ

### 1. Учебная цель

1.1. Обосновать гигиеническое значение микроклимата помещений разного назначения (жилых, общественных, производственных) и овладеть методикой измерения и гигиенической оценки его параметров: температуры воздуха, радиационной температуры, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха.

### 2. Исходные знания и навыки

#### 2.1. Знать:

2.1.1. Определение понятия «микроклимат» и факторы, которые его формируют.

2.1.2. Основы физиологии теплообмена и терморегуляции организма, их зависимость от микроклиматического режима помещений: физиологические реакции организма в условиях комфортного и дискомфортного (нагревающего, охлаждающего) микроклимата.

#### 2.2. Уметь:

2.2.1. Измерять температуру воздуха, радиационную температуру, показатели влажности воздуха в помещениях и оценивать температурно-влажностный режим различных помещений (жилых, общественных, производственных).

### 3. Вопрос для самоподготовки

3.1. Понятие “микроклимат” и факторы, которые его формируют.

3.2. Физиологические механизмы теплообмена и терморегуляции как факторы теплового баланса теплокровных организмов: теплопродукция и теплоотдача. Пути теплоотдачи: при дыхании, через кожный покров, с выделениями.

3.3. Химические механизмы теплопродукции (цикл Кребса и прочие) и физические механизмы теплоотдачи: радиация (тепловое излучение), теплопроводность (конвекция и кондукция), испарение. Количество тепла (в процентах), что выделяется из организма каждым из этих процессов в комфортных условиях.

3.4. Законы, которые объясняют физические механизмы теплоотдачи (закон Стефана-Больцмана, основной закон термодинамики, скрытая теплота парообразования).

3.5. Физиологические изменения в механизмах терморегуляции при нагревающим и охлаждающим микроклимате.

3.6. Показатели влажности воздуха: абсолютная, максимальная, относительная влажность, физиологическая влажность, дефицит насыщения, физиологический дефицит насыщения, точка росы, их гигиеническое значение.

3.7. Приборы для измерения температуры воздуха, радиационной температуры; показателей влажности воздуха и правила работы с ними.

#### 4. Структура и содержание занятия

Занятие лабораторное. Путем опроса студентов и пояснений преподавателя изучаются теоретические вопросы темы.

Самостоятельная работа студентов включает: измерение температуры воздуха в указанных точках помещения, радиационной температуры и показателей влажности воздуха. Результаты измерений заносят в протокол, сравнивают с приведенными в приложениях гигиеническими нормативами и дают гигиеническую оценку. Формулируют вывод о температурно-влажностном режиме помещения и дают рекомендации по его оптимизации.

#### 5. Литература

*Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. Гончарук Е.И., Кундиев Ю.И., Бардов В.Г. и др. – К.: Вища школа, 2000. – С. 217-237.

2. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – М.: Медицина, 1971. – С. 11-18.

3. Лекция.

*Дополнительная:*

4. Даценко І.І. Габович Р.Д. Основи загальної і тропічної гігієни. – К.: Здоров'я, 1995. – С. 22-31, 296-297.

5. ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

#### 6. Оснащение занятия

1. Термометры (спиртовые, ртутные, электротермометр, максимальный, минимальный, пристеночный).

2. Психрометры (станционный Августа, аспирационный Ассмана).

3. Гигрометры (волосяной, мембранный).

4. Барометр.

5. Барограф, термограф, гигрограф.

6. Актинометр.

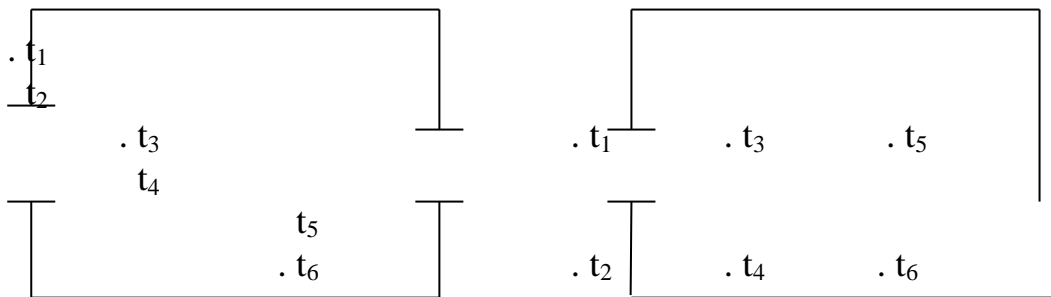
7. Таблица насыщенных водяных паров.

8. Задачи для студентов по оценке температурно-влажностного режима помещений.

#### Изучение температурного режима воздуха помещения

Для полной характеристики температурного режима помещений замеры температуры проводятся в 6 и более точках.

Термометры (ртутные, спиртовые, электрические, сухие термометры психрометров) размещают в лаборатории на штативах по диагонали в 3 точках на высоте 0,2 м от пола и в 3 точках на высоте 1,5 м от пола (соответственно, точки  $t_2$ ,  $t_4$ ,  $t_6$  и  $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_5$ ) и на расстоянии 0,2 м от стены по схеме:



а) план помещения;

б) вертикальный разрез помещения.

Показания термометров снимают после экспозиции 10 мин. в точке измерения.

Расчет параметров температурного режима воздуха помещений:

а) средняя температура помещения:

$$a) t_{\text{ср.}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}{6},$$

б) перепад температуры воздуха по вертикали:

$$\Delta t_{\text{верт.}} = \frac{t_1 + t_3 + t_5}{3} - \frac{t_2 + t_4 + t_6}{3},$$

в) перепад температуры воздуха по горизонтали:

$$\Delta t_{\text{гор.}} = \frac{t_5 + t_6}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Схемы и все расчеты заносят в протокол, составляют гигиенический вывод. При этом руководствуются тем, что оптимальная температура воздуха в жилых и учебных помещениях, палатах для госпитализации соматических больных должна быть в интервале  $+18 - +21^\circ\text{C}$ , перепад температуры по вертикали должен быть не более  $1,5-2,0^\circ\text{C}$ , а по горизонтали – не более  $2,0-3,0^\circ\text{C}$ . Суточные колебания температуры определяют по термограмме, которую готовит лаборатория с помощью термографа. При центральном отоплении суточные колебания температуры воздуха не должны превышать  $3^\circ\text{C}$ , а при местном отоплении – не более  $6^\circ\text{C}$ .

Критериями гигиенической оценки микроклимата жилых и общественных помещений являются допустимые и оптимальные нормы температуры воздуха, представленные в таблице 1.

### Нормы температуры воздуха для жилых, общественных и административно-бытовых помещений

Период года	Температура	
	Оптимальная	Допустимая
Теплый	20-22°С 23-25°С	Не больше, чем на 3°С выше расчетной температуры внешнего воздуха*
Холодный и переходной	20-22°С	18-22°С **

**Примечание:**

\* Для общественных и административно-бытовых помещений с постоянным пребыванием людей допустимая температура не больше 28°С а для районов с расчетной температурой внешнего воздуха 25°С и выше – не больше 33°С.

\*\* Для общественных и административно-бытовых помещений с пребыванием людей в уличной одежде допустимая температура 14°С.

Нормы установлены для людей, которые находятся в помещении больше 2 часов и непрерывно.

Нормы температуры воздуха рабочей зоны производственных помещений регламентируются Госстандартом 12.1.005-88 “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны” в зависимости от поры года (холодная, теплая) и категории работ (легкая, средней тяжести, тяжелая).

Так, оптимальные нормы температуры в холодный период установлены в пределах 21-24°С при выполнении легкой работы и 16-19°С при выполнении тяжелой работы. В теплый период, эти интервалы соответственно 22-25°С и 18-22°С. Допустимая максимальная температура в теплый период не больше 30°С, минимальная в холодный период – 13°С.

### Определение радиационной температуры и температуры стен

Для определения радиационной температуры в помещениях используют шаровые термометры, а температуры стен - пристеночные термометры (рис. 1.)

Шаровой термометр состоит из термометра, размещенного в полном шаре с диаметром 10-15 см, покрытого шаром пористого пенополиуретана, материала, который имеет близкие с кожей человека коэффициенты адсорбции инфракрасной радиации.

Определение радиационной температуры также проводится на уровнях 0,2 и 1,5 м от пола.

Прибор имеет значительную инерцию (до 15 мин.), поэтому показания термометра снимают не раньше этого времени.

При комфортных условиях микроклимата разность в показаниях шарового термометра на уровнях 0,2; 1,5 м не превышает 3°С.

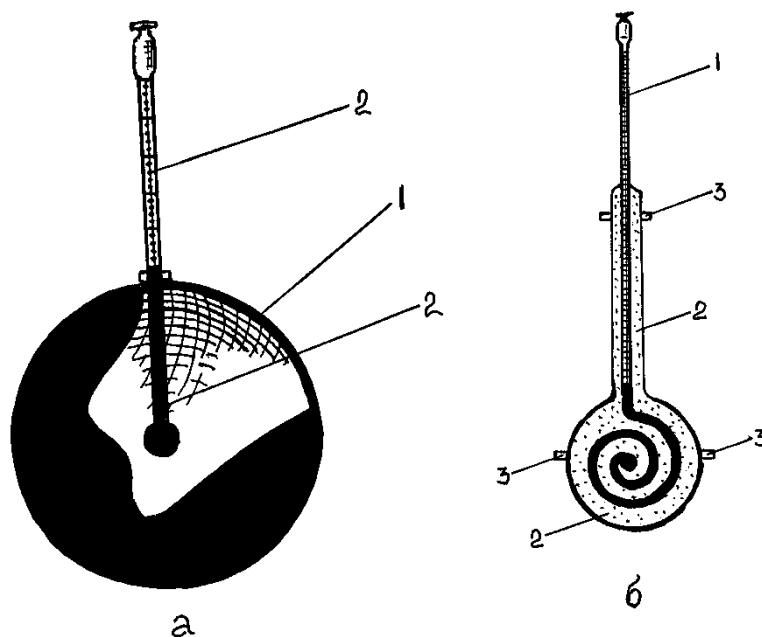


Рис. 1. Термометры для измерения радиационной температуры  
 а - Шаровой черный термометр в разрезе  
 (1 – шкала диаметром 15 см, покрытая матовой черной краской;  
 2 – термометр с резервуаром в центре шара)  
 б - Пристеночный термометр с плоским спирально выгнутом резервуаром  
 (1 – термометр; 2 – базовая обложка (поролон); 3 – клейкая лента)

Для разных помещений рекомендуются приведенные ниже величины радиационной температуры (табл.2).

Таблица 2

### Нормативные величины радиационных температур для разных помещений

Вид помещения	Радиационная температура, °С
Жилые помещения	20
Учебные лаборатории, классы	18
Аудитории, залы	16-17
Физкультурные залы	12
Ванные комнаты, бассейны	21-22
Больничные палаты	20-22
Врачебные кабинеты	22-24
Операционные	25-30

Для определения температуры стен помещения используют специальные пристеночные термометры с плоским, спирально выгнутом резервуаром, который прикрепляют к стене специальной замазкой (воск с добавкой канифоли) или алебастром. Температуру стен также определяют на уровнях 0,2 и 1,5 м от пола. В некоторых случаях возникает необходимость определения температуры наиболее



охлажденных участков стен. Высокие уровни инфракрасного излучения в горячих цехах предприятий измеряют с помощью актинометров и выражают в мкал/см<sup>2</sup>мин.

### Определение влажности воздуха с помощью психрометров

Определение абсолютной и относительной влажности воздуха стационарным психрометром Августа (рис. 2-а).

Резервуар психрометра заполняют водой. Ткань, которой обернут резервуар одного из термометров прибора, опускают в воду с тем, чтобы сам резервуар был на расстоянии 3 см над поверхностью воды. Затем психрометр подвешивают на штативе в точке определения. Через 8-10 минут снимают показатели сухого и влажного термометров.

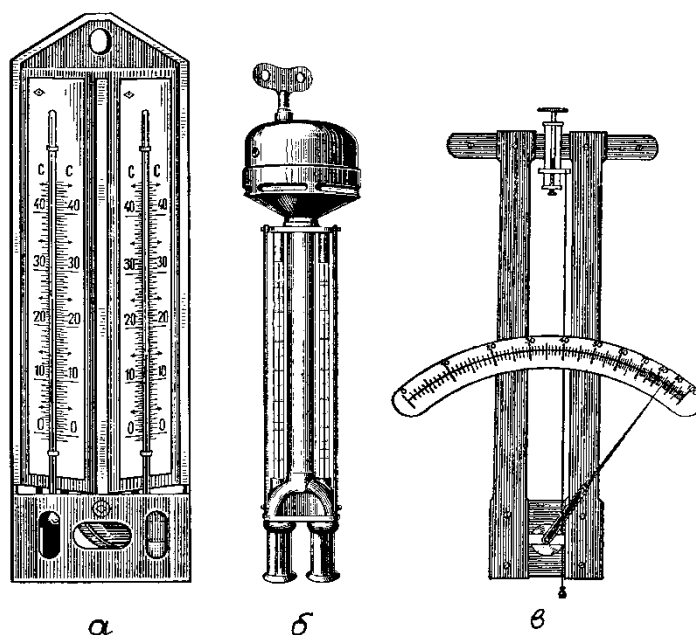


Рис. 2. Приборы для определения влажности воздуха (а - психрометр Августа; б - психрометр Ассмана; в - гигрометр)

Абсолютную влажность рассчитывают по формуле Реньо:

$$A = f - a \cdot (t - t_1) B,$$

где  $A$  - абсолютная влажность воздуха при данной температуре в мм. рт.ст.;

$f$  - максимальное давление водяных паров при температуре влажного термометра (находят по таблице насыщенных водяных паров, табл. 3);

$a$  - психрометрический коэффициент, который равен 0,0011 для закрытых помещений;

$t$  - температура сухого термометра;

$t_1$  - температура влажного термометра;

$B$  - барометрическое давление в момент определения влажности (находят по показаниям барометра), мм. рт.ст.

Относительную влажность рассчитывают по формуле:

$$P = \frac{A \cdot 100\%}{F},$$

где P - относительная влажность, %;

A - абсолютная влажность, мм. рт.ст.;

F - максимальное давление водяных паров при температуре сухого термометра, в мм. рт.ст. (находят по таблице насыщенных водяных паров, табл.3).

Таблица 3

**Максимальное давление водяных паров воздуха помещений**

Температура воздуха, °С	Давление водяных паров, мм. рт. ст.	Температура воздуха, °С	Давление водяных паров, мм. рт. ст.
-20	0,94	17	14,590
-15	1,44	18	15,477
-10	2,15	19	16,477
-5	3,16	20	17,735
-3	3,67	21	18,630
-1	4,256	22	19,827
0	4,579	23	21,068
1	4,926	24	22,377
2	5,294	25	23,756
4	6,101	26	25,209
6	7,103	27	26,739
8	8,045	30	31,843
10	9,209	32	35,663
11	9,844	35	42,175
12	10,518	37	47,067
13	11,231	40	53,324
14	11,987	45	71,83
15	12,788	55	118,04
16	13,634	100	760,0

Относительную влажность определяют и по психрометрическим таблицам для психрометров Августа (при скорости движения воздуха 0,2 м/с). Ее значения находят в точке пересечения показателей сухого и влажного термометров.

Принцип работы психрометра основан на том, что интенсивность испарения влаги с поверхности увлажненного резервуара психрометра пропорциональна сухости воздуха: чем оно суше, тем ниже показатели увлажненного термометра сравнительно с сухим в связи с тем, что тепло увлажненного психрометра теряется на скрытое тепло парообразования.

**Определение влажности воздуха с помощью аспирационного психрометра Ассмана**

Важным недостатком психрометра Августа есть его зависимость от скорости движения воздуха, которая влияет на интенсивность испарения, а значит и на охлаждение влажного термометра прибора.

У психрометра Ассмана (рис. 2-б) этот недостаток ликвидирован за счет вентилятора, который создает возле резервуаров термометров постоянную скорость движения воздуха 4 м/сек, а потому его показатели не зависят от этой скорости в помещении или за ее пределами. Кроме этого, резервуары термометров этого психрометра защищены от радиационного тепла за счет отражающих цилиндров вокруг резервуаров психрометра.

С помощью пипетки смачивают батист влажного термометра аспирационного психрометра Ассмана, заводят пружину аспирационного устройства или включают в розетку электропровод психрометра с электровентилятором, после чего психрометр подвешивают на штатив в точке определения. Через 8-10 минут снимают показания сухого и влажного термометров. Абсолютную влажность воздуха рассчитывают по формуле Шпрунга:

$$A = t - 0,5 \cdot (t - t_1) \frac{B}{755},$$

где A - абсолютная влажность воздуха, мм. рт.ст ;

t - максимальное давление водного пара при температуре влажного термометра (находят по таблице насыщенных водяных паров, табл. 3);

0,5 - постоянный психрометрический коэффициент;

t - температура сухого термометра;

t<sub>1</sub> – температура влажного термометра;

B - барометрическое давление в момент определения, мм. рт.ст.

Относительную влажность определяют по формуле:

$$P = A \cdot \frac{100}{F},$$

где: P - относительная влажность, %;

A - абсолютная влажность, мм. рт.ст.;

F – максимальная влажность при температуре сухого термометра, мм. рт.ст. (табл. 3).

Относительную влажность определяют и по психрометрическим таблицам для аспирационных психрометров. Значение относительной влажности находят в точке пересечения показателей сухого и влажного термометров, табл. 5.

Для определения относительной влажности воздуха используют также волосяные, или мембранные гигрометры, которые показывают непосредственно эту влажность. Принцип работы гигрометров основан на удлинении обезжиренного волоса или ослаблении мембраны при их увлажнении и наоборот - при высыхании (рис. 2-в).

Нормы установлены для людей, которые находятся в помещении непрерывно больше 2 часов.

Дефицит насыщения (разность между максимальной и абсолютной влажностью воздуха) определяют по таблице насыщенных водяных паров: от значения максимальной влажности воздуха при показаниях сухого термометра

психрометра отнимают абсолютную влажность воздуха, рассчитанную по формулам Реньо или Шпрунга.

Физиологический дефицит насыщения (разность между максимальной влажностью воздуха при температуре тела  $36,5^{\circ}\text{C}$  и абсолютной влажностью воздуха при данной температуре) определяют по той же таблице насыщенных водяных паров (табл. 3).

Точку росы (температуру, при которой абсолютная влажность воздуха становится максимальной) находят по той же таблице насыщенных водяных паров (табл. 3) в обратном направлении: по значениям абсолютной влажности находят температуру, при которой эта влажность будет максимальной.

Максимальная влажность с поднятием температуры воздуха возрастает в геометрической прогрессии, а абсолютная - в арифметической. Потому относительная влажность с поднятием температуры снижается. Таким образом, в холодное время года количество влаги в воздухе (абсолютная влажность), существенным образом ниже чем летом, но оно близко к максимальной влажности, и поэтому относительная влажность в холодные периоды года, как правило, высокая, а летом - низкая.

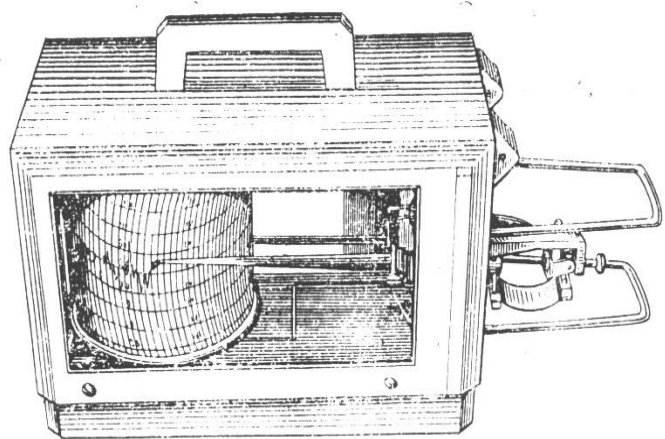
*Таблица 4*

**Нормы относительной влажности воздуха в зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений (Извлечение из СНиП 2.04. 05-86)**

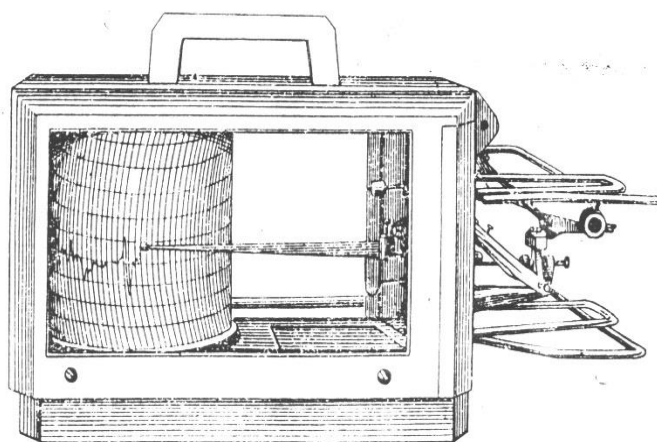
Период года	Относительная влажность, %	
	Оптимальная	Допустимая
Теплый	30-60	65*
Холодный и переходной	30-45	65

Примечание: \* В районах с расчетной относительной влажностью внешнего воздуха больше 75% допустимая влажность – 75%.

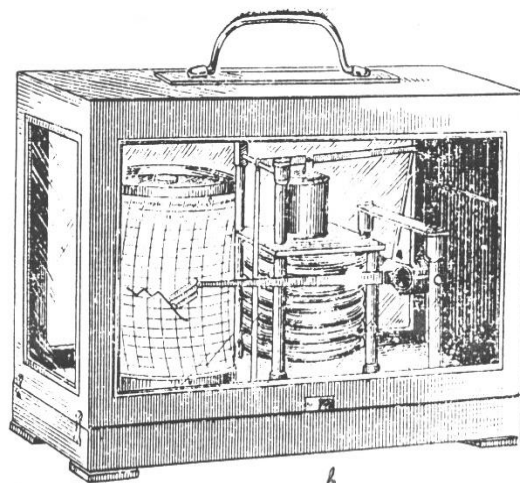
Суточные колебания температуры, влажности воздуха и атмосферного давления определяют с помощью термографа, гигрографа, барографа, соответственно (рис. 4).



а



б



в

Рис. 4. Самозаписывающие метеорологические приборы  
(а - термограф; б - гигрограф; в - барограф.)

Прибор комбинированного действия — электротермоанемометр изображен на рисунке 5.

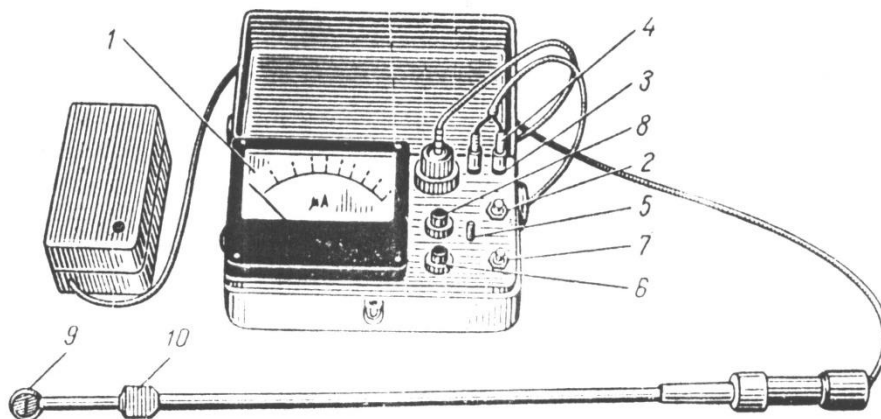


Рис. 5. Электротермоанемометр

( 1 - гальванометр; 2 - переключатель питания; 3 - клеммы для подключения к сети; 4 - вилка датчика; 5 - переключатель для определения температуры или скорости движения воздуха; 6 - переключатель “измерение - контроль”; 7 - ручка регулирования напряжения; 8 – датчик (микротермосопротивление); 9 - защитный футляр датчика.)

Атмосферное давление определяется при помощи барометра-анероида, шкала которого градуирована в мм. рт. ст. (рис. 6) или в килопаскалях.

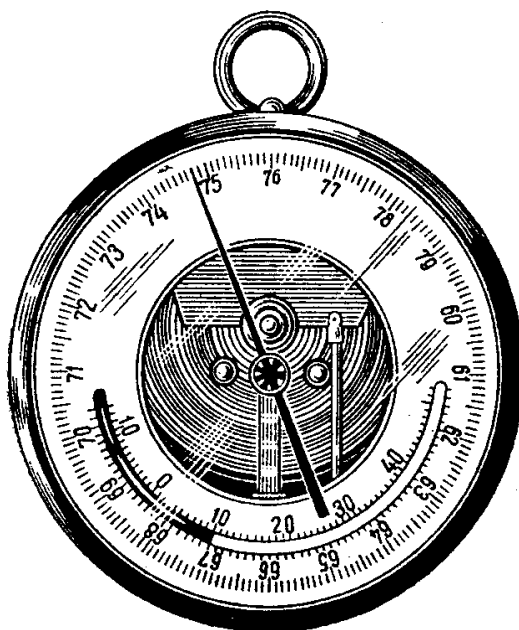


Рис. 6. Барометр-анероид

## Тема № 4

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО и ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

### 1. Учебная цель

1.1. Усвоить гигиенические требования к естественному освещению помещений разного назначения.

1.2. Овладеть геометрическим и светотехническим методами определения показателей естественного освещения и научиться оценивать результаты инструментальных измерений и составлять гигиеническое заключение о естественном освещении помещений различного назначения.

1.3. Освоить методы измерения и гигиенической оценки искусственного освещения помещений различного назначения с помощью люксметра и расчетными методами.

### 2. Исходные знания и умения

#### 2.1. Знать:

2.1.1. Физические характеристики и гигиеническое значение естественного освещения, требования и критерии его оценки с учетом характера зрительных работ, назначения помещений.

2.1.2. Факторы, от которых зависит уровень естественного освещения помещений - внешние и внутренние.

2.1.3. Основные физиологические функции зрительного анализатора (острота зрения, контрастная чувствительность и прочее). Видимость как интегральная функция зрительного анализатора.

2.1.4. Основные последствия неблагоприятного действия недостаточного и избыточного освещения на здоровье и трудоспособность человека. Влияние освещения на развитие близорукости.

2.1.5. Показатели и методы измерения естественного освещения.

2.1.6. Методы оценки искусственного освещения и принципы его гигиенического нормирования.

#### 2.2. Уметь:

2.2.1. Определять и оценивать геометрические показатели естественного освещения помещений.

2.2.2. Измерять, оценивать освещенность люксметром и определять коэффициент естественного освещения (КЕО) помещений и давать им гигиеническую оценку.

2.2.3. Оценивать режим инсоляции помещений.

2.2.4. Измерять уровень освещенности, яркости и других показателей инструментальными и расчетными методами.

2.2.5. Давать комплексную гигиеническую оценку искусственного освещения помещений и рабочих мест с учетом характера зрительной работы и назначения помещений.

### **3. Вопросы для самоподготовки**

3.1. Физическая сущность и гигиеническое значение естественного освещения помещений различного назначения (жилых, учебных, производственных, больничных и других).

3.2. Основные светотехнические величины (сила света, световой поток, спектр, освещенность, яркость, блескость, коэффициент светопропускания, светность) и единицы их измерения (см. приложение 1 к теме „ Определение искусственного освещения помещений”).

3.3. Внешние и внутренние факторы, которые влияют на уровень естественной освещенности помещений.

3.4. Гигиенические требования к естественному освещению помещений.

3.5. Показатели и нормативы естественного освещения помещений различного назначения.

3.6. Методика оценки освещения помещений геометрическими методами при предупредительном и текущем санитарном надзоре (определение светового коэффициента, угла падения, угла отверстия, глубины заложения, коэффициента глубины заложения помещения).

3.7. Методика оценки освещения помещений светотехническим методом. Измерение освещенности люксметром. Определение фактического коэффициента естественной освещенности при текущем санитарном надзоре.

3.8. Методика оценки инсоляционного режима помещений.

3.9. Гигиеническое значение искусственного освещения как фактора окружающей среды в современных условиях.

3.10. Влияние искусственного освещения на функциональное состояние ЦНС, трудоспособность и на функции зрения.

3.11. Основные светотехнические понятия и единицы их измерения.

3.12. Сравнительная гигиеническая оценка различных источников искусственного освещения (преимущества и недостатки ламп накаливания и люминесцентных ламп).

3.13. Определение освещенности расчетным методом “Ватт”, его сущность, основные этапы расчета.

3.14. Законодательные документы, которые регламентируют естественное и искусственное освещение помещений и других объектов различного назначения.

### **4. Структура и содержание занятия**

Работа выполняется в учебной лаборатории кафедры. После проверки преподавателем выполнения студентами задания для самоподготовки и исходного уровня знаний студенты получают индивидуальные задачи, выполняют необходимые измерения и вычисления согласно приложениям 1-6, составляют обоснованные выводы и рекомендации. Схематически рисуют угол падения и угол



отверстия. На заключительном этапе занятия студенты докладывают полученные результаты своей работы. Конечный уровень знаний студентов контролируется путем опрашивания по результатам исследования и проверки протоколов.

## 5. Литература:

### *Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. /Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В.Г.Бардов и др./ – К.: Вища школа, 2000. – С. 242-249.
2. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене. /Под ред. Е.И. Гончарука. – М.: Медицина, 1990. – С. 341-349.
3. Лекция.

### *Дополнительная:*

4. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – М.: Медицина, 1990. – С. 278-284.
5. СНиП II-4-79. Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. – М., 1980, С. 20-25.

## 6. Оснащение занятия

1. Люксметр Ю-16, Ю-116.
2. Рулетка, сантиметровая лента.
3. Таблица тригонометрических величин.
4. График светового климата региона.
5. Компас.
6. Задание студенту по определению показателей и оценке естественного освещения помещений.

### **Методика определения показателей естественного освещения помещений**

Данные описательного характера:

1. Внешние факторы, от которых зависит естественное освещение помещений:
  - географическая широта местности, климат (количество облачных дней и световой климат) местности;
  - сезон года и время суток, когда эксплуатируется помещение, наличие затеняющих объектов (зданий, деревьев, гор).
2. Внутренние факторы:
  - наименование и назначение помещений;
  - ориентация окон по сторонам горизонта, этаж;
  - вид естественного освещения, т.е. размещение световых проемов (одностороннее, двустороннее, верхнее, комбинированное);
  - количество окон, их конструкция (однорамные, двухрамные, спаренные);
  - качество и чистота стекла, наличие затеняющих предметов (цветов, занавесок);
  - высота подоконника, расстояние от верхнего края окна к потолку;

- яркость (отражающая способность) потолка, стен, оборудования и мебели.

От перечисленных факторов зависит также инсоляционный режим помещений (т.е. продолжительность прямого солнечного освещения) и в первую очередь - от ориентации окон по сторонам горизонта (табл. 1).

Таблица 1

### Типы инсоляционного режима помещений

Инсоляционный режим помещений	Ориентация окон помещений	Срок инсоляции, час	Инсоляционная площадь пола помещения, %.
Максимальный	Юго-восточная, юго-западная	5-6	80
Умеренный	Южная, восточная, западная	3-5	40-50
Минимальный	Северо-восточная, северо-западная, северная	Меньше 3	до 30

По гигиеническим нормативам продолжительность инсоляции жилых, учебных и им подобных по назначению помещений должна быть не менее 3 часов.

Оценка естественного освещения помещений *геометрическим* методом:

1. Определение светового коэффициента (отношение площади застекленной части окон к площади пола):

- измеряют суммарную площадь застекленной части окон -  $S_1$ , м<sup>2</sup>;
- измеряют площадь пола -  $S_2$ , м<sup>2</sup>;
- рассчитывают световой коэффициент –  $СК = S_1 : S_2 = 1 : n$  ( $n$  рассчитывают делением  $S_2$  на  $S_1$  и округляют до целой величины).

Полученный результат оценивают согласно гигиеническим нормативам (табл.2).

Таблица 2

### Нормы естественного освещения некоторых помещений различного назначения

Вид помещения	КЕО	Световой коэффициент (СК)	Угол падения ( $\alpha$ )	Угол отверстия ( $\gamma$ )	Коэффициент глубины заложения помещения
	не менее		не менее	не менее	
1. Учебные помещения (классы)	1,25-1,5 %	1:4 – 1:5	27°	5°	2
2. Жилые комнаты	1,0 %	1:5 – 1:6	27°	5°	2
3. Больничные палаты	0,5 %	1:6 – 1:8	27°	5°	2
4. Операционные	2,0 %	1:2 – 1:3	27°	5°	2

2. Определение угла падения  $\alpha$  (угол ВАС на наиболее отдаленном от окон рабочем месте), образованного горизонтальной линией или плоскостью АВ от

рабочего места к нижнему краю окна (подоконник) и линией (плоскостью) от рабочего места к верхнему краю окна AC) (рис.1).

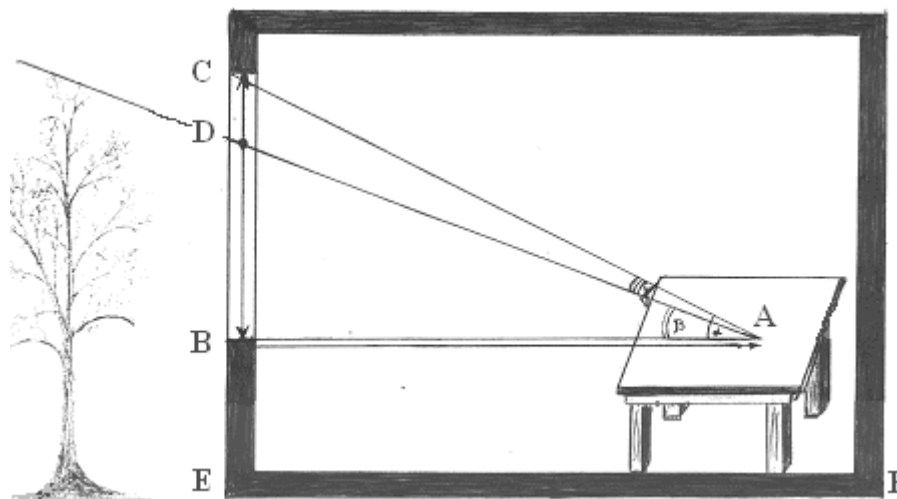


Рис. 1. Схема определения угла падения и угла отверстия

В связи с тем, что этот угол образывает с линией застекления окна прямоугольный треугольник, то его определяют по тангенсу - отношением высоты окна BC над уровнем рабочего места (противоположный катет) к расстоянию от окна до рабочего места AB (прилежащий катет).  $\text{tg}\alpha = \text{BC}/\text{AB}$ . По значению тангенса в таблице 3 находят угол падения  $\alpha$ .

Таблица 3

Таблица натуральных тригонометрических величин

Тангенс	Угол, град.	Тангенс	Угол, град.	Тангенс	Угол, град.
0	0	0,287	16	0,601	31
0,020	1	0,306	17	0,625	32
0,030	2	0,325	18	0,649	33
0,050	3	0,344	19	0,675	34
0,090	5	0,364	20	0,700	35
0,105	6	0,384	21	0,727	36
0,123	7	0,404	22	0,754	37
0,141	8	0,424	23	0,781	38
0,158	9	0,445	24	0,810	39
0,176	10	0,466	25	0,839	40
0,194	11	0,488	26	0,869	41
0,213	12	0,510	27	0,900	42
0,231	13	0,532	28	0,933	43
0,249	14	0,555	29	0,966	44
0,268	15	0,577	30	1,000	45

3. Определение угла отверстия -  $\gamma$  ( угла CAD, под которым из рабочей точки видно участок неба). Этот угол определяют как разность между углом падения  $\alpha$  и углом затенения  $\beta$  углом DAB на том наиболее отдаленном от окна рабочем месте,

образованной горизонтальной АВ и плоскостью от рабочего места к вершине затеняющего объекта - здания, деревьев, гор (см. схему, рис. 4.1) .

Для определения тангенса угла затенения находят на окне точку сечения линии (или плоскости) от рабочего места к вершине затеняющего объекта D, делят величину катета BD на АВ и в таблице находят угол затенения.

$$\operatorname{tg} \beta = BD/AB$$

$$\text{угол отверстия} - \gamma = \angle \alpha - \angle \beta$$

4. Определение коэффициента глубины заложения помещения – отношение расстояния от окна до противоположной стены EF в метрах, к высоте верхнего края окна над полом CE в метрах. По гигиеническим нормативам этот коэффициент не должен превышать 2 для жилых, учебных и им подобных помещений.

**Светотехнический** метод исследования естественного освещения помещений – определение коэффициента естественной освещенности (КЕО).

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) – выраженное в процентах отношение освещенности горизонтальной поверхности (на уровне пола или рабочего места) в помещении к измеренной одновременно освещенности рассеянным светом горизонтальной поверхности под открытым небосклоном:

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{вн.}}}{E_{\text{внеш.}}} \cdot 100\% .$$

Освещенность в помещении и за его пределами измеряют с помощью люксметра (рис. 2).

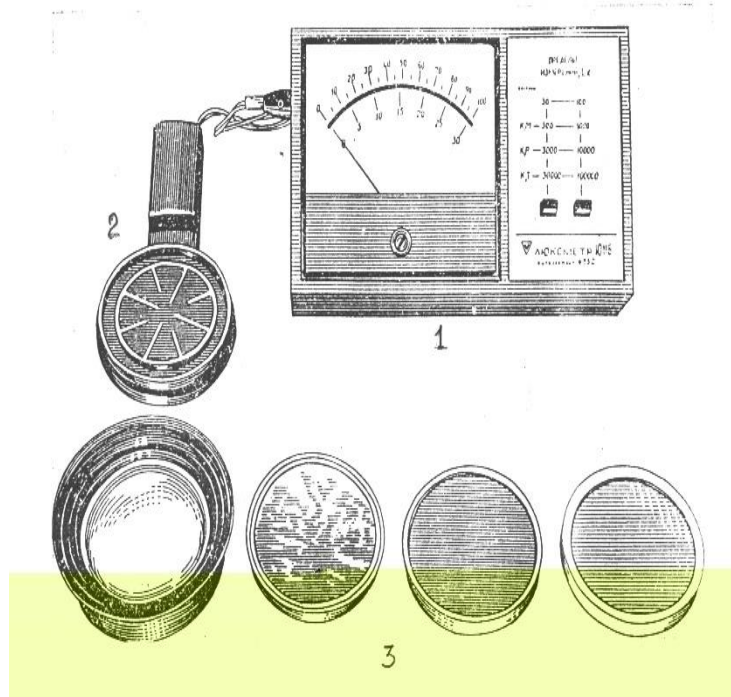


Рис. 2. Люксметр Ю-116

(1 - измерительный прибор (гальванометр) ); 2 - селеновый фотоэлемент;  
3 - световые фильтры-насадки

Нередко часть небосклона, особенно в городах, закрывают высокие здания, деревья, а в горной местности - горы. Поэтому на практике для определения освещенности под открытым небосклоном пользуются кривыми светового климата местности (рис. 3).

Кривые линии на рис. 3 учитывают месяцы, время суток и степень облачности небосклона. На оси ординат нанесенная освещенность в тысячах люкс.

Естественное освещение цехов производственных предприятий может быть боковым (односторонним и двусторонним), верхним (световые проемы в перекрытиях цеха) и комбинированным.

Согласно СНиП II-4-79, нормируется коэффициент естественной освещенности (КЕО):

- при одностороннем боковом освещении - на расстоянии 1м от противоположной стены;
- при двустороннем боковом освещении - посреди цеха;
- при верхнем и комбинированном освещении нормируется среднее освещение на основании замеров в нескольких точках методом “конверта” (табл. 4 ).

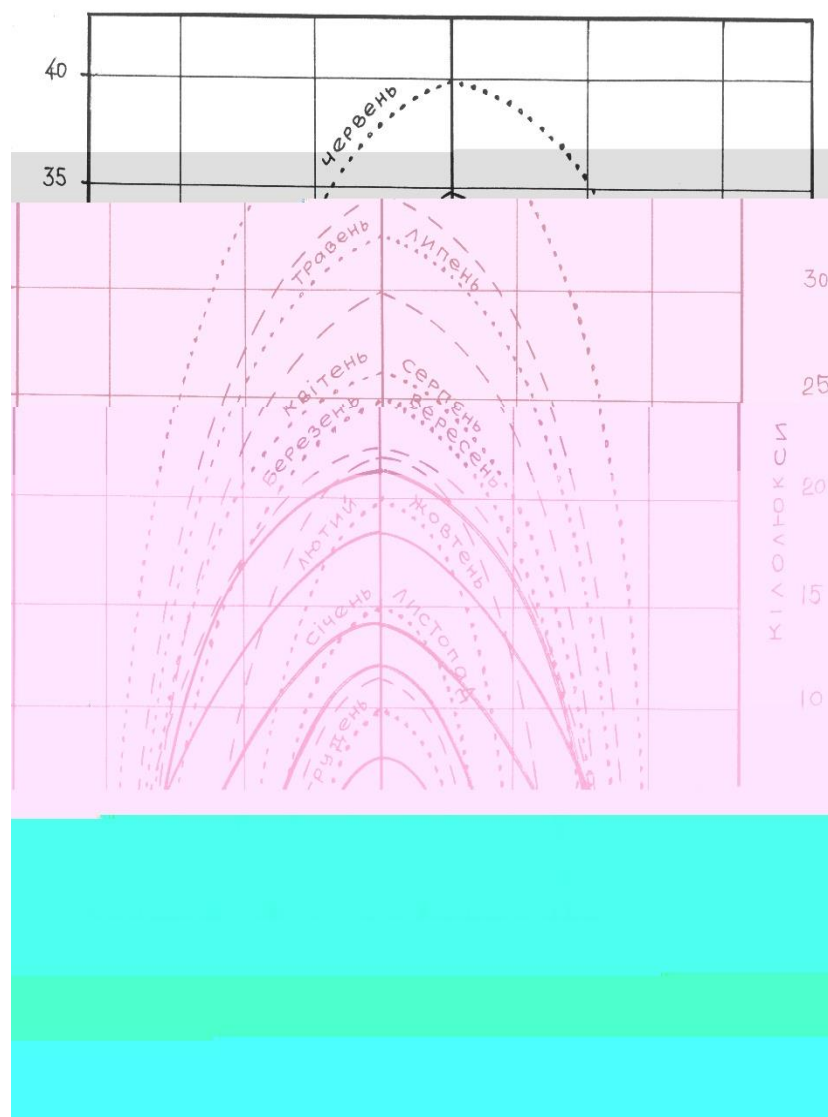


Рис. 3. Кривые светового климата

### Значение КЕО для производственных помещений

Разряд работ	Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Коэффициент естественной освещенности, %	
			при комбинированном освещении	при боковом освещении
I	Высочайшей точности	0,15	10	3,5
II	Очень высокой точности	0,15-0,3	7	4,2
III	Высокой точности	0,3-0,5	5	3
IV	Средней точности	0,5-1,0	4	1,5
V	Малой точности	1,0-5,0	3	1
VI	Грубая (очень малой точности)	> 5,0	2	0,5
VII	Работа с цветными материалами и в горячих цехах	> 5,0	3	1
VIII	Общий надзор за производственным процессом	-	0,5	0,1

### Методика измерения освещенности люксметром

Люксметр Ю-116 или Ю-117 состоит из селенового фотоэлемента с фильтрами-насадками и гальванометра со шкалой. Фотоэлемент срабатывает под влиянием света, вырабатывая электрический ток, силу которого измеряют гальванометром. Стрелка его указывает число люксов, что отвечает исследуемой освещенности.

На панели измерительного прибора установлены кнопки переключателя и табличка со схемой, которая связывает действие кнопок и насадки с различными диапазонами измерений. Прибор имеет две градуированные шкалы, в люксах: 0 - 100 и 0-30. На каждой шкале точками указано начало диапазона измерений: на шкале 0 - 100 точка находится над меткой 20, на шкале 0-30 над меткой 5. Также есть корректор для установления стрелки на нулевое положение, который регулируется отверткой.

Селеновый фотоэлемент, который присоединяется к прибору с помощью вилки, находится в пластмассовом корпусе. С целью уменьшения погрешности используют сферическую насадку на фотоэлемент, изготовленную из белой светорассеивающей пластмассы, обозначенная на внутренней стороне буквой К, и непрозрачного кольца. Эта насадка применяется параллельно с одной из трех других насадок-фильтров (М,Р,Т), которые имеют коэффициенты ослабления света, равные соответственно 10, 100, 1000, что расширяет диапазоны измерений. Без насадок люксметром можно измерять освещенность в пределах 0-30 и 0-100 лк.

В процессе измерения стрелку прибора устанавливают на нулевом делении шкалы, потом напротив нажатой кнопки определяют выбранное с помощью насадок наибольшее значение диапазона измерения. При нажатии кнопки, напротив которой написано наибольшее значение диапазона измерений, кратное 10, следует пользоваться для отсчета показаниями шкалы 0 - 100, при нажатии кнопки, на против которой нанесены значение диапазона, кратное 3, показаниями шкалы 0-30. Показание прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент ослабления, который обозначен на соответствующей насадке.

Прибор отградуирован для измерения освещенности, которую создают лампы накаливания. Для естественного света вводят поправочный коэффициент 0,8; для люминесцентных ламп дневного света (ЛД) - 0,9; для ламп белого цвета (ЛБ) - 1,1.

Общую оценку естественного освещения помещений дают на основании сравнения всего комплекса измеренных показателей с гигиеническими нормативами. В основу разработки этих нормативов положены точность зрительной работы, т.е. размеры деталей объекта, которые нужно различать, их контрастность относительно фона и прочие.

Сопоставляя оценку каждого показателя с нормативом, делают общий вывод о естественном освещении помещений.

Закончив измерения, нажать кнопку «выкл.», отсоединить фотоэлемент от измерителя и уложить в крышку футляра.

## Физические характеристики искусственного освещения

### 1. Искусственное освещение (как и естественное) характеризуют:

– сила света ( $I$ ) – мощность источников света, которая определяется в канделах (Кд). Это сила света, которая генерирует в определенном направлении монохроматическое излучение с частотой  $540 \cdot 10^{12}$  Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 Вт/стерадиан;

– световой поток ( $F$ ) – пространственная плотность светового излучения, единицей которого является люмен (лм) – световой поток, излучаемый единичным источником при силе света 1 кд в телесном углу в 1 стерадиан (пространственный угол в виде конуса с вершиной в центре сферы, которая вырезает на поверхности этой сферы поверхность, площадь которой равняется квадрату радиуса сферы);

– освещенность ( $E$ ) – поверхностная плотность светового потока  $E = \frac{F}{S}$ ,

где:  $S$  – площадь осветительной поверхности,  $m^2$ .

Единица освещенности – люкс (лк) – освещенность поверхности площадью  $1 m^2$  световым потоком в 1 лм;

- яркость ( $B$ ) – сила света, что излучается или отражается с единицы

площади в  $m^2$  в определенном направлении:  $B = \frac{I}{dS \cdot \cos \varphi}$  кд/ $m^2$ ,

где:

$dS \cos \varphi$  - видимая площадка светящейся поверхности;

$\varphi$  - угол между направлением распространения светового потока и нормалью к светящейся поверхности.

Единицей яркости есть кд/м<sup>2</sup> – яркость светящейся поверхности (генерирующей или отражающей) с площади 1 м<sup>2</sup> при силе света 1 кд;

– коэффициент отражения ( $\beta$ ) – отношение отраженного потока света ( $F_{отр.}$ ) к потоку, который падает на поверхность ( $F_{пад.}$ ), определяется по формуле  $\beta = F_{отр.}/F_{пад.}$

Величина  $\beta$  для свежего снега равняется – 0,9, для белой бумаги – 0,7, для не загорелой кожи – 0,35.

– коэффициент светопропускания ( $\tau$ ) – отношение светового потока, который прошел сквозь среду ( $F_{пр.}$ ) к световому потоку, который падает на эту среду ( $F_{пад.}$ ):

$$\tau = F_{пр.}/F_{пад.}$$

Этот коэффициент разрешает оценивать качество и чистоту оконного стекла, стекла осветительной арматуры.

## 2. Зрительные функции

– острота зрения (острота различения) - способность зрительного анализатора различать наименьшие детали объекта. Определяется наименьшим углом, под которым две смежные точки различаются как отдельные. Условно считают, что острота зрения равняется одной радиальной минуте. Острота различения возрастает пропорционально увеличению освещенности до 130-150лк, а с дальнейшим увеличением освещенности этот рост замедляется;

– контрастная чувствительность - способность зрительного анализатора воспринимать минимальную разность яркостей исследуемого объекта и фона. Она наибольшая при освещенности 1000 -2500 лк;

– скорость зрительного восприятия - время, на протяжении которого происходит осознание деталей объекта, который рассматривается. Эта скорость возрастает к освещенности 150 лк, а потом этот рост несколько снижается непропорционально росту освещенности;

– видимость - интегральная функция зрительного анализатора, которая учитывает основные его функции - остроту зрения, контрастную чувствительность, скорость зрительного восприятия;

– устойчивость ясного видения - отношение времени ясного видения объекта к суммарному времени рассматривания детали. Физиологически эта функция зрительного анализатора основывается на разрушении зрительного пурпура под влиянием световой энергии и образовании защитного черного пигмента на тех участках сетчатки, где изображение ярче. Эта функция достигает оптимальных значений при освещенности 600- 1000 лк. Ее снижение свидетельствует о развитии утомления зрительного анализатора;

– функция цветового различия (восприятие). Белый, черный, серый цвета - ахроматические, характеризуются лишь яркостью, интенсивностью светопотока. Хроматические цвета - монохроматические, характеризуются яркостью и цветностью. Зрение наиболее чувствительно к желто-зеленой части видимого спектра, наименее чувствительно к фиолетовому излучению. При



сумеречном и искусственном освещении (особенно при лампах накаливания) цветовая чувствительность зрительного анализатора снижается и искажается.

– адаптация - способность зрительного анализатора: а) уменьшать свою чувствительность при переходе от низкой до высокой освещенности (световая адаптация), которая наступает довольно быстро (за 2-3 минуты) и обусловлена преобразованием зрительного пурпура в защитный черный пигмент в сетчатке глаза; б) увеличивать эту чувствительность при переходе от высокой к низкой освещенности (темновая адаптация), которая длится значительно дольше - до 40-60 минут и обусловлена восстановлением зрительного пурпура в сетчатке глаза.

– аккомодация - способность глаза регулировать остроту зрения в зависимости от расстояния до объекта рассматривания и освещения за счет изменений в преломлении света в оптической системе глаза, в основном за счет кривизны хрусталика. При уменьшении освещенности ниже 100-75 лк эта кривизна увеличивается, объект, который рассматривается, нужно приблизить к глазам .

Недостаточная освещенность способствует перенапряжению системы аккомодации, развитию усталости и переутомления зрительного анализатора, а в несформированном зрительном анализаторе (дети, подростки) - развитию близорукости, особенно, когда к этому есть врожденная предрасположенность.

– критическая частота мигания определяется временами, на протяжении которого в зрительном анализаторе сохраняются следы образов: изображение объекта, которое исчезло с поля зрения, еще какой-то миг остается видимым в зависимости от яркости этого объекта. Физиологической основой этой функции зрения есть те самые процессы разрушения и восстановления зрительного пурпура. На этой функции зрения основывается величайшее изобретение человечества - кино. Частое изменение кадров (25 за секунду), близких за конфигурацией объектов и затемнение экрана обеспечивают непрерывность и динамику изображения.

Источники искусственного освещения - электрические и неэлектрические. К последним относятся керосинки, карбидные лампы, свечи, газовые светильники. Их использование в наше время ограничено - в аварийных ситуациях, в полевых условиях и др.

Электрические источники искусственного освещения делятся на дуговые (в прожекторах, юпитерах”), лампы накаливания, газоосветительные, люминесцентные.

Недостатком ламп накаливания есть смещения спектра в желто-красную сторону, искажение цветового ощущения, ослепляющее действие прямых лучей.

Люминесцентные лампы имеют спектр, приближенный к дневному свету, с модификациями, которые зависят от люминофора, который покрывает внутреннюю поверхность стеклянной трубки и трансформирует ультрафиолетовое свечение паров ртути в трубке в видимый свет. Различают лампы дневного света (ЛД), белого света (ЛБ), теплого белого света (ЛТБ) и др.

Недостатком люминесцентных ламп является стробоскопический эффект - мигание подвижных предметов.

Одним из недостатков как прямого солнечного света, так и ярких источников искусственного освещения есть их способность вызвать ослепляющий эффект. От

яркого солнечного света мы защищаемся шторами, жалюзи на окнах, тонированием стекла, использованием защитных очков.

Для защиты от ослепляющего действия искусственных источников освещения используется осветительная арматура (которая, кстати, выполняет также эстетические функции).

С точки зрения формирования светового потока различают 5 типов осветительной арматуры (рис. 4):

- прямого света, когда весь световой поток направляется в одну полусферу (настольная лампа с непрозрачным абажуром, прожектор, „юпитеры”, которые используются в фото - киносъемках);

- равномерно-рассеянного света (матовый или молочно-белый шар);

- отраженного света (когда светильник с непрозрачным абажуром направляет световой поток в верхнюю полусферу. При этом свет отбивается от потолка и рассеивается в нижнюю полусферу);

- направленно-рассеянного света, когда основной световой поток направляется в нижнюю полусферу через отверстие в абажуре, а часть его рассеивается в верхнюю полусферу через абажур из матового или молочно-белого стекла или пластика;

- отраженно-рассеянного света, когда основной световой поток направляется в верхнюю полусферу и отбивается от потолка, а часть рассеивается в нижнюю полусферу через абажур из матового или молочно-белого стекла или пластика.

Допустимая величина ослеплённости зрения на рабочем месте составляет:

- при I, II разряде зрительной работы –  $20 \text{ кд/м}^2$ ;
- при III, IV, V разряде зрительной работы –  $40 \text{ кд/м}^2$ ;
- при VI, VII разряде зрительной работы –  $60 \text{ кд/м}^2$ .

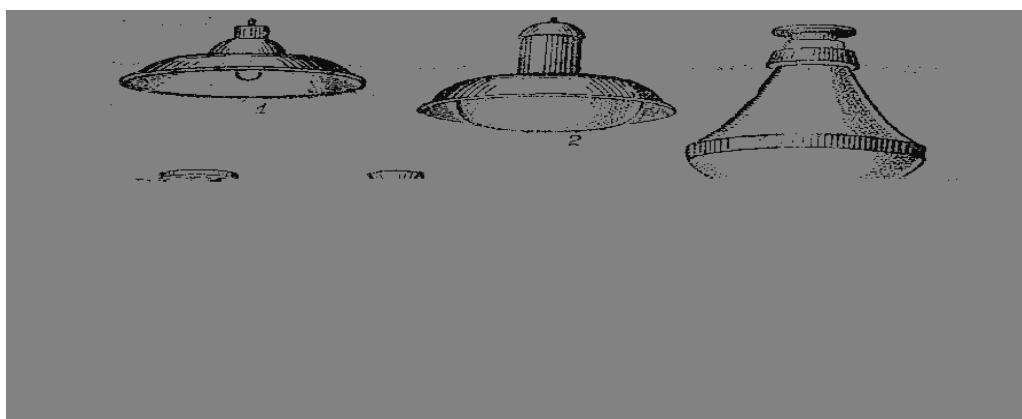


Рис. 4. Типы осветительной арматуры

(1 - прямого света; 2 - направленно-рассеянного света; 3, 4 - равномерно-рассеянного света; 5 - отраженно-рассеянного света)

### Схема оценки искусственного освещения помещений

Данные описательного характера:

- название и назначения помещения;
- система освещения (местное, общее, комбинированное);

- количество светильников, их тип (лампы накаливания, люминесцентные и прочие);
- их мощность, Вт;
- вид осветительной арматуры и в связи с этим направление светового потока и характер света (прямой, равномерно-рассеянный, направленно-рассеянный, отраженный, рассеянно-отраженный) ;
- высота подвеса светильников над полом и рабочей поверхностью;
- площадь освещаемого помещения;
- отражающая способность (яркость) поверхностей: потолка, стен, окон, пола, оборудования и мебели.

Определение освещенности расчетным методом “Ватт”:

- а) измеряют площадь помещений, S, кв. м;
- б) определяют суммарную мощность Вт, которую создают все светильники;
- в) рассчитывают удельную мощность, Вт/кв. м;
- г) в таблице 1 величин минимальной горизонтальной освещенности находят освещенность при удельной мощности 10 Вт/кв. м;
- д) для ламп накаливания освещенность рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{P \times E_{\text{таб}}}{10 \times K},$$

где P - удельная мощность, Вт/кв. м;

$E_{\text{таб}}$  - освещенность при 10 Вт/кв. м, (табл. 1);

K - коэффициент запаса для жилых и общественных помещений, который равняется 1,3.

Таблица 5

**Величины минимальной горизонтальной освещенности  $E_{\text{таб}}$  при удельной мощности (P) 10 Вт/м<sup>2</sup>**

Мощность электроламп, Вт	Прямой свет		Полуотраженный свет	
	напряжение, В			
	100.....127	220	100.....127	220
40	26	23	16,5	19,5
60	29	25	25	21
100	35	27	30	23
150	39,5	31	34	26,5
200	41,5	34	35,5	29,5
300	44	37	38	32
500	48	41	41	35

Формулу можно применить для расчета освещенности, если лампы одинаковой мощности. Для ламп разной мощности расчет проводится отдельно для каждой мощности ламп, а результаты прибавляются. Найденную методом “Ватт” величину освещенности сравнивают с нормативными величинами (табл. 6).

Таблица 6

**Нормы общего искусственного освещения  
(СНиП II-69-78 и СНиП II-4-79)**

Помещение	Наименьшая освещенность, лк	
	Люминесцентные лампы	Лампы накаливания
Комнаты и кухни жилых домов	75	30
Учебные комнаты	300	150
Кабинеты технического черчения	500	300
Школьные мастерские	300	150
Читальные залы	300	150
Операционная, секционная	400	200
Родовая, перевязочная, процедурная	500	200
Дооперационная	300	150
Кабинет хирургов, акушеров-гинекологов, педиатров, инфекционистов, стоматологов	500	200
Кабинет функциональной диагностики	-	150
Рентгенодиагностический кабинет	-	150
Пыльчатые детские отделений для новорожденных, послеоперационные палаты	150	75

Для люминесцентных ламп удельной мощностью 10 Вт/кв. м минимальная горизонтальная освещенность составляет 100 лк. При других удельных мощностях расчет ведут согласно пропорции.

Для производственных помещений, согласно СНиП II-4-79, все виды работы разбиты на 7 разрядов, исходя из линейных размеров наименьшего объекта распознавания, с которым работает рабочий на расстоянии 0,5 м от глаза. Первые 5 разрядов разбиты на 4 подразряда (а, б, в, г), исходя из контраста между объектом распознавания и фоном. Например, при особенно точной зрительной работе (1-й разряд, размер объекта меньше 0,1мм) освещенность рабочего места должна быть: при небольшом контрасте с фоном - 1500 лк; при среднем - 1000 лк, при большом - 400 лк. При работе малой точности (4-й разряд, размер объекта 1,0-10 мм), соответственно, 150, 100, 75 лк.

Предложенный метод расчета не является абсолютно точным, поскольку он не учитывает освещенность каждой точки, расположение светильников и другие факторы, которые влияют на освещенность, но широко применяется для оценки освещенности классов, больничных палат и тому подобное.

Чтобы определить освещенность на отдельном рабочем месте помещения, умножают удельную мощность ламп (Р) на коэффициент (е), который показывает, какое количество люксов дает удельная мощность 1 Вт/кв. м:  $E = P \times e$ . Этот

коэффициент для помещения с площадью 50 кв. м при лампах мощностью до 110 Вт составляет 2, 110 Вт и больше - 2,5 (табл. 7), для люминесцентных ламп - 12,5.

Таблица 7

### Значение коэффициента е

Мощность ламп, Вт	Коэффициент при напряжении в сети, В	
	110, 120, 127	220
до 110	2,4	2,0
110 и больше	3,2	2,5

Определение освещенности на рабочем месте с помощью люксметра.

Определение горизонтальной освещенности на рабочем месте проводится с помощью люксметра. Поскольку прибор градуированный для измерения освещенности, которую создают лампы накаливания, то для люминесцентных ламп дневного света (ЛД) вводят поправочный коэффициент 0,9; для ламп белого цвета (ЛБ) - 1,1; для ртутных (ЛДР) - 1,2.

Если определения проводят днем, то сначала следует определить освещенность, созданную смешанным освещением (искусственным и естественным), потом при отключенном искусственном освещении. Разность между полученными данными и будет величина освещенности, которая создана искусственным освещением.

Равномерность освещения определяют “методом конверта” - измеряют освещенность в 5 точках помещения и оценивают путем расчета коэффициента неравномерности освещенности (отношение минимальной освещенности к максимальной в двух точках, отдаленных одна от одной на расстояние 0,75 м, если определяют равномерность освещения на рабочем месте, или на расстояние 5 м, если определяют равномерность освещения в помещении).

Расчет яркости рабочей поверхности определяют по формуле:

$$Я = \frac{E_{\text{лк}} \times K_{\text{отр}}}{3,14},$$

где, Я - яркость, кд/кв. м;

Е - освещенность, лк;

К - коэффициент отражения поверхности

(белая - 0,7; светло-бежевая - 0,5; коричневая - 0,4; черная - 0,1).

Допустимая яркость светильников общего освещения для жилых и общественных помещений приведена в таблице 8.

Таблица 8

**Допустимая яркость светильников общего освещения для жилых и общественных помещений**

	Допустимое значение яркости, кд/кв. м	
	для ламп накаливания	для люминесцентных ламп
Основные помещения жилых и общественных зданий.	15000	5000
Классы, учебные кабинеты, аудитории, читальные залы, библиотеки.	5000-8000	5000-8000
Кабинет врача.	15000	5000
Палаты больниц и специальные кабинеты детских учреждений и школ-интернатов.	5000	5000

Для создания достаточного и равномерного освещения и защиты зрения от ослепления важное значение имеет высота подвеса и размещение светильников общего света в горизонтальной и вертикальной плоскостях помещения. При общем и комбинированном освещении светильники общего освещения располагают равномерно в горизонтальной плоскости потолка (при необходимости создания достаточной освещенности во всех точках помещения), или сосредоточенно-локализовано (для создания в некоторых участках помещения более высокой освещенности).

Размещение светильников над уровнем пола - высота подвеса (с целью ограничения создаваемого ими ослепления) должна быть не меньше величин, которые указаны в таблице 9.

Таблица 9

**Наименьшая высота подвеса светильников общего освещения над полом (м)**

Характеристика светильника	Лампы накаливания		Люминесцентные лампы (в зависимости от количества в светильнике)	
	мощность 200 Вт и меньше	мощность больше 200 Вт	4 и меньше	больше 4
Светильники прямого света с диффузными отражателями:				
а) защитный угол в пределах от 10° до 30°;	3	4	4	4,5

б) защитный угол больше $30^0$	не ограничиваются	-	3	3,5
Светильники рассеянного света с коэффициентом пропуска рассеивателей:				
а) меньше 55 %;	2,5	3	2,6	3,2
б) от 55 до 80 %	3	4	3,5	4,0

Наилучшие условия освещения создаются при определении соотношения расстояния между светильниками в горизонтальной плоскости (L) к высоте их подвеса над местом, которое исследуется (H). Эти соотношения установленные на основании определения кривых светораспределения разных типов светильников, их оптимальные значения представлены в таблице 10.

*Таблица 10*

**Оптимальное соотношение расстояния между светильниками и высоты их над исследуемой поверхностью (L/H)**

Тип светильника	L/H
“Универсаль” без затенителя, с опаловым затенителем	1,8-2,5*
“Люцетта” прямого света, глубокоизлучатель эмалированный	1,6-1,8
Глубокоизлучатель эмалированный	1,2-1,4
Шар молочно-белого силикатного или органического стекла	2,3-3,2

Примечание: Первая цифра - оптимальное размещение светильников;  
Вторая цифра - допустимое размещение светильников.

## Тема 5

### *Тематический контроль 1*

#### **«ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА, ОСВЕЩЕНИЯ, ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ»**

При подготовке к Тематическому контролю № 1 - «Гигиена окружающей среды. Гигиеническая оценка параметров микроклимата, освещения, отопления, вентиляции» студентам необходимо повторить теоретический материал, а также практические и лабораторные работы к Темам - № 1-4, аналогичные Темы из «Сборника ситуационных задач» и тестовые задания из «Сборника тестов». Оформить протоколы по требованиям и подготовить индивидуально презентацию тех материалов, которые указал преподаватель.



## Тема 6

# МЕТОДИКА ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВЫ ПО ДАННЫМ САНИТАРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА И РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА ПРОБ

### 1. Учебная цель

1.1. Усвоить гигиеническое, эпидемическое и эндемическое значение почвы.

1.2. Овладеть методикой санитарного обследования территории и отбора проб почвы для лабораторного анализа.

1.3. Овладеть методикой оценки уровня загрязнения почвы и степени его опасности для здоровья населения на основании данных санитарного обследования земельного участка и результатов лабораторного исследования проб почвы.

### 2. Исходные знания и умения

#### 2.1. *Знать:*

2.1.1. Гигиеническое, эпидемическое и эндемическое значение почвы.

2.1.2. Показатели и шкалу оценки санитарного состояния почвы.

2.1.3. Роль почвы как среды обезвреживания отходов хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека.

#### 2.2. *Уметь:*

2.2.1. Выполнить санитарное обследование участка земельного с учетом его функционального назначения (территория детского учреждения, больницы, очистных сооружений и т.п.).

2.2.2. Определить места отбора и отобрать пробы почвы для санитарно-химического, бактериологического и гельминтологического исследования.

2.2.3. Составить гигиенический вывод о санитарном состоянии почвы на основании данных санитарного обследования земельного участка и результатов лабораторного исследования.

2.2.4. Сделать ориентировочный прогноз уровня здоровья населения в зависимости от степени загрязнения почвы экзогенными химическими веществами (ЭХВ).

### 3. Вопросы для самоподготовки

3.1. Почва, определение понятия. Гигиеническое, эпидемическое и эндемическое значение почвы.

3.2. Основные физические свойства почвы (механический состав, влажность, пористость, водопроницаемость, фильтрационная способность, воздухопроницаемость, капиллярность, влагоемкость). Их гигиеническое значение.

3.3. Основные абиотические составные почвы (твердое вещество, почвенная влага, почвенный воздух), их естественный химический состав и гигиеническая характеристика.

- 3.4. Биоценозы почвы, их классификация и гигиеническая характеристика.
- 3.5. Почва как фактор передачи возбудителей инфекционных заболеваний.
- 3.6. Источники загрязнения почвы, их классификация и гигиеническая характеристика.
- 3.7. Факторы и механизмы, принимаемые участие в самоочищении почвы.
- 3.8. Использование почвы для обезвреживания отходов хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека.
- 3.9. Гигиеническая характеристика методов сбора (планово-поквартирной, планово-подворной), удаления и обезвреживания твердых отходов коммунально-бытового, промышленного, строительного происхождения.
- 3.10. Вывозная система сбора, удаления и обезвреживания жидких отходов (поля ассенизации, поля запахивания).
- 3.11. Методика санитарного обследования земельного участка с учетом ее функционального назначения.
- 3.12. Правила, методы и средства отбора и подготовки проб почвы для лабораторного исследования.
- 3.13. Показатели санитарного состояния почвы, их классификация и гигиеническое значение.
- 3.14. Методика определения физико-механических показателей почвы.
- 3.15. Принципиальная схема определения химических показателей санитарного состояния почвы.
- 3.16. Методика определения наличия в почве яиц геогельминтов.
- 3.17. Принципиальная схема определения бактериологических показателей санитарного состояния и загрязнения почвы.
- 3.18. Ориентировочная оценочная шкала уровня загрязнения почвы и степени его опасности для здоровья населения.
- 3.19. Методика гигиенической оценки санитарного состояния почвы по результатам санитарного обследования участка и лабораторного анализа проб.

#### **4. Структура занятия**

Занятие лабораторное. Первая половина занятия отводится для изучения теоретических вопросов и обсуждения решения ситуационной задачи. Завершается первая половина занятия демонстрацией оборудования для отбора проб почвы и оборудования, используемого для лабораторного исследования проб почвы (буры, набор сит Кнопа, центрифуга, мембранные фильтры, фильтродержатель Зейтца, воронка Гольдмана), предметные стекла с препаратами яиц геогельминтов. Во второй половине занятия преподаватель знакомит студентов с методикой гигиенической оценки почвы на основании данных санитарного обследования участка и лабораторного анализа пробы почвы.

#### **5. Литература**

*Основная:*

1. Гончарук Е.И., Кундиев Ю.И., Бардов В.Г. и др. /Общая гигиена: пропедевтика гигиены/ Под ред. Е.И. Гончарука - К.: Высшая школа, 1995. - С. 129-130; 316-324 (на укр. языке).

2. Гончарук Е.И., Кундиев Ю.И., Бардов В.Г. и др. /Общая гигиена: пропедевтика гигиены/ - К.: Высшая школа, 2000. - С.144-145; 382-391.
3. Гончарук Е.И., Бардов В.Г., Гаркавый С.И., Яворовский О.П и др./Коммунальная гигиена/ Под ред. Е.И. Гончарука - К.: Здоровье, 2006. - С. 332-384.
4. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. /Гигиена./ - К.: 1983. - С. 86-97, 98-100.
5. Даценко И.И., Габович Р.Д. /Профилактическая медицина. Общая гигиена с основами экологии./ - К.: Здоровье, 1999. - С. 220-236 . (на укр. языке).
6. Даценко И.И., Денисюк О.Б., Долошицкий С.Л.и др. /Общая гигиена. Пособие к практическим занятиям./ Под ред. И.И. Даценко - Львов.: “Мир”, 1992. - С. 79-89 (на укр. языке).

*Дополнительная:*

7. Минх А.А. /Методы гигиенических исследований./ - Г.: Медицина, 1990. - С. 203-215.
8. Даценко И.И., Габович Р.Д. /Основы общей и тропической гигиены./ - К.: Здоровье, 1995. - С. 176-207 (на укр. языке).
9. Гончарук Е.И., Габович Р.Д., Гаркавый С.И. и др. /Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене: Учеб. пособие/ Под ред. Е.И. Гончарука - М.: Медицина, 1990. - С. 218, 229-261.

### **6. Оснащение занятия**

1. Принадлежности для отбора проб почвы (совок, бур Некрасова).
2. Сита Кнопа (7 номеров).
3. Мерный цилиндр на 100 мл.
4. Таблицы: - Классификация почвы по механическому составу;  
Показатели санитарного состояния почвы;  
Состояние почвы по “санитарному числу” Хлебникова.
5. Ситуационные задачи по результатам лабораторного анализа почвы.

### **Основные физические свойства и состав почвы**

**Литосфера (земная кора)** – органо-минеральная оболочка планеты Земля, которая распространяется от ее поверхности к магме. Состоит из собственно литосферы, сформированной из магматических пород, разрушенных физическими, физико-химическими и химическими процессами до появления жизни на Земле, и почва.

**Почва** – поверхностный слой литосферы (толщиной от нескольких миллиметров на скальных породах до 10 км в низинах), сформированный после появления жизни на планете Земля вследствие действия климата, растительности и живых организмов (микроорганизмов и корней высших растений). Почва состоит из поверхностного (0-25 см) пахотного или гумусного слоя, которому присуще плодородие и который обрабатывается при выращивании растений, и собственно почва.

Почвы чрезвычайно разнообразны в зависимости от условий их формирования (климата и растительности). В Украине наиболее распространены

черноземы (54,0% территории), затем - серые лесные почвы (18,2 % территории) и дерново-подзолистые (7,8 % территории).

#### **Основные физические свойства почвы:**

- механический состав - процентное распределение частиц почвы по их размеру. Определяется просеиванием через сита Кнопа, которых существует 7 номеров с отверстиями диаметром от 0,25 до 10,0 мм (рис. 1). К механическим элементам почвы принадлежат: камень и гравий (размером  $> 3$  мм); песок крупный (3-1 мм), средний (1-0,25 мм), мелкий (0,25-0,05 мм); пыль крупная (0,05-0,01 мм), средняя (0,01-0,005 мм), мелкая (0,005-0,001 мм); ил ( $< 0,001$  мм). По механическому составу почвы классифицируют в зависимости от удельного веса физического песка (частицы размером  $> 0,01$  мм) и физической глины (частицы размером  $< 0,01$  мм);

- пористость - суммарный объем пор в единице объема почвы, выраженный в процентах. Размер пор тем больше, чем крупнее по размеру отдельные механические элементы почвы. Пористость почвы тем высшая, чем меньше за размером отдельные механические элементы почвы;

- воздухопроницаемость - способность почвы пропускать воздух через свою толщу. Повышается с увеличением размеров пор и не зависит от их общего объема (пористости);

- водопроницаемость - способность почвы поглощать и пропускать воду, поступающую из поверхности. Протекает в две фазы: впитывание (свободные поры последовательно заполняются водой до полного насыщения почвы) и фильтрации (при полном насыщении почвы водой она приходит в движение по порам под действием силы тяжести);

- влагоемкость - количество влаги, которую способна удержать почва сорбционными и капиллярными силами. Она тем больше, чем меньший размер пор (чем мельче механические элементы почвы) и чем больший их суммарный объем (пористость);

- капиллярность почвы - способность почвы поднимать по капиллярам воду из нижних слоев кверху. Чем меньший размер механических частиц почвы, т.е. чем мельче поры, тем большей будет капиллярность почвы, тем выше и медленнее будет подниматься в кой почве вода.

В почвах легкого механического состава (песчаных, супесчаных и легких суглинистых) по сравнению с тяжелыми (глинами, тяжелыми суглинками) преобладает физический песок, поры имеют больший размер, пористость невысокая, воздухопроницаемость, водопроницаемость и фильтрующая способность значительная, капиллярность и влагоемкость малые. В таких почвах, с одной стороны, быстрее протекают процессы самоочищения от органических загрязнений, с другой - более интенсивной является миграция химических веществ из почвы в подземные и поверхностные водоемы, атмосферный воздух и растения.

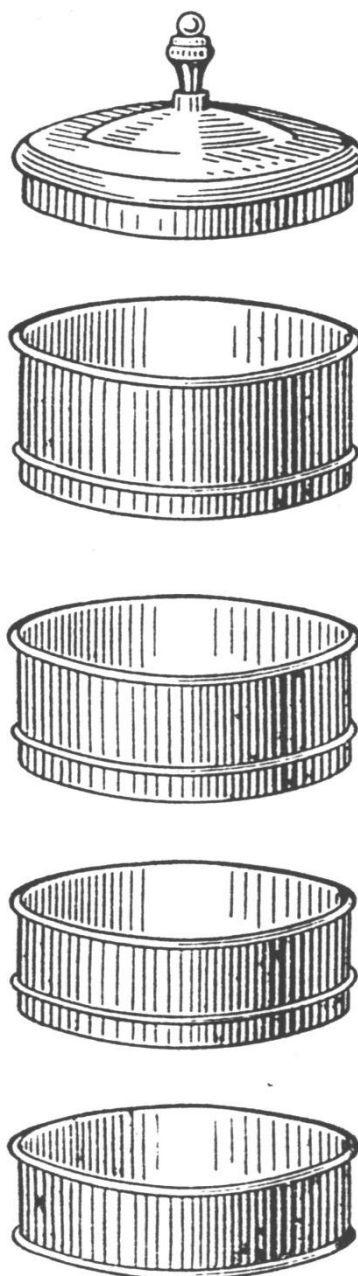


Рис. 1. Сита Кюпа для определения механического состава почвы

**Почва состоит** из биотической (почвенные микроорганизмы), и абиотической компонент. Абиотическая компонента включает твердое вещество почвы (минеральные и органические соединения и органо-минеральные комплексы), почвенную влагу и почвенный воздух.

Минеральные (неорганические) вещества почвы на 60-80% представлены кристаллическим кремнеземом (кварц), а также алюмосиликатами (полевой шпат, слюда, вторичные глинистые минералы). Здесь содержатся практически все элементы периодической системы Д.И. Менделеева преимущественно в виде солей.

Органические вещества почвы представлены как собственно органическими соединениями почвы (гуминовые кислоты, фульвокислоты и прочие), синтезированными почвенными микроорганизмами (именно это и называется гумусом), так и посторонними для почвы органическими веществами, попавшими

почву извне вследствие естественных процессов и техногенного (антропогенного) загрязнения.

Почвенная влага может находиться в твердом и жидком состоянии, а также в виде пара. Наибольший интерес, с гигиенической точки зрения, имеет жидкая влага. Она может находиться в форме: 1) гигроскопической воды, конденсирующейся на поверхности почвенных частиц; 2) пленочной воды, удерживающейся на поверхности почвенных частиц; 3) капиллярной воды, удерживающейся капиллярными силами в тонких порах почвы; 4) свободной гравитационной воды, находящейся под действием силы тяжести или гидравлического напора и заполняющей крупные поры почвы.

Почвенный воздух - смесь газов и пара, заполняющих поры почвы. По составу отличается от атмосферного и постоянно взаимодействует с ним, путем диффузии, за градиентом концентраций. Почвенный воздух и вода являются антагонистами относительно пространства пор. Естественный состав почвенного воздуха регулируется скоростью использования кислорода и образования диоксида углерода вследствие микробиологических процессов минерализации органических веществ. С увеличением глубины содержание в почвенном воздухе диоксида углерода увеличивается, а кислорода уменьшается.

### **Гигиеническое значение почвы**

Почва является:

- средой, в которой происходят процессы трансформации и накопления солнечной энергии;
- ведущим звеном круговорота веществ в природе, средой, в которой непрерывно протекают разнообразные сложные процессы разрушения и синтеза органических веществ;
- главным элементом биосферы, в котором происходят сложные процессы миграции, трансформации и обмена всех химических веществ как естественного, так и антропогенного (техногенного) происхождения. Миграция осуществляется по коротким (почва - растения - почва, почва - вода - почва, почва - воздух - почва) и длинным (почва - растения - животные - почва, почва - вода - растения - почва, почва - вода - растения - животные - почва, почва - воздух - вода - растения - животные - почва и другие) миграционным цепям;
- почва формирует химический состав продуктов питания растительного и животного происхождения;
- почва играет важную роль в формировании качества воды поверхностных и подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- влияет на качественный состав современной атмосферы;
- имеет эндемическое значение - аномальный естественный химический состав почвы в эндемических провинциях является причиной возникновения и локального распространения эндемических болезней (геохимических эндемий): эндемического флюороза и кариеза, эндемического зоба, копытной болезни, молибденовой подагры, урловской болезни или болезни Кашина-Бека, болезни Кешана, селеноза, борного энтерита, эндемической нефропатии и т.п.;

- имеет эпидемическое значение - может быть фактором передачи возбудителей инфекционных заболеваний и инвазий людей: кишечных инфекций бактериальной (брюшной тиф, паратифы А и В, бактериальная дизентерия, холера, эшерихиоз), вирусной (гепатит А, энтеровирусные инфекции: полиомиелит, Коксаки, ЕСНО) и протозойной этиологии (амебиаз, лямблиоз); зооантропонозов (лептоспирозы: инфекционная желтуха или болезнь Васильева-Вейля, безжелтушный лептоспироз, бруцеллез, туляремия, сибирская язва); микобактерий туберкулеза; спорообразующих клостридий - возбудителей столбняка, газовой гангрены, ботулизма; геогельминтозов - аскаридоза, трихоцефалеза, анкилостомидоза.

- является естественной средой для обезвреживания жидких и твердых бытовых и промышленных отходов благодаря процессам самоочищения (санитарное значение почвы). Самоочищение почвы обусловлено наличием сапрофитных гнилостных, нитри- и нитрофицирующих бактерий, простейших организмов, личинок насекомых, червей, грибов, вирусов, бактериофагов, а также его физико-химическими свойствами. Состоит в способности почвы превращать органические соединения в минеральные вещества, пригодные для усвоения растениями: углеводы - на воду и углекислоту; жиры - на глицерин и жирные кислоты, а затем - также на воду и углекислоту; белки - на аминокислоты, с выделением аммиака, аммонийных солей и дальнейшим их окислением в нитриты и нитраты; серы белков - на сероводород и т.д.

### Санитарная очистка населенных мест

Это комплекс мероприятий по сбору, временному хранению, вывозу, обезвреживанию и утилизации отходов, образующихся в населенных местах.

**Отходы** – это остатки веществ и предметов, которые образовались вследствие бытовой, хозяйственной и промышленной деятельности человека, которые не могут быть использованы на месте образования, а их накопление и хранение ухудшает санитарное состояние окружающей среды. Делятся на жидкие (нечистоты из выгребов туалетов; помои от приготовления пищи, мытье посуды, пола, стирки белья; сточные воды: хозяйственно-бытовые, промышленные, ливневые, городские) и твердые (мусор или домовые отходы; остатки или отходы кухни; отходы лечебно-профилактических учреждений, в том числе специфические (использованный перевязочный материал, использованные одноразовые системы и шприцы, остатки лекарства, останки органов и тканей после операций, трупы лабораторных животных); отходы других общественных учреждений (школ, детских дошкольных учреждений, средних и высших учебных заведений, офисов); отходы предприятий общественного питания; отходы животного происхождения (трупы животных, навоз, пищевые конфискаты); отходы торговых учреждений; отходы промышленных предприятий; шлаки котельных; строительный мусор, городская почва; уличный смет).

Различают три **системы удаления отходов**:

- *сплавную* применяют в полностью канализованных населенных пунктах, в которых все жидкие и частично мелкие твердые отходы сплавляют на очистительные сооружения по системе труб (канализация); остальные твердые отходы вывозят спецавтотранспортом;

- *вывозную* применяют в неканализованных населенных пунктах, в которых и жидкие, и твердые бытовые отходы (ТБО) вывозят к местам их обезвреживания и утилизации специальным автотранспортом. Такой способ удаления твердых отходов получил название санитарной очистки, а жидких - ассенизации;

- *смешанную* применяют в частично канализованном населенном пункте. При этой системе жидкие отходы из канализованной части населенного пункта удаляют с помощью канализационной сети, с не канализованной - вывозят ассенизационным транспортом, а все твердые отходы вывозят транспортом санитарной очистки.

Санитарная очистка населенного пункта должна быть плановой (осуществляться по утвержденному плану, графику), регулярной (вывоз отходов в теплый период года - ежедневно, в холодный - 1 раз в 1-3 сутки), коммунальной (осуществляться предприятиями коммунального хозяйства) и не зависеть от желания отдельных лиц или учреждений. Предусматривает 3 этапа: I - сбор и временное хранение твердых бытовых отходов; II - их вывоз; III - обезвреживание и утилизацию.

**Сбор, вывоз (транспортирование) твердых бытовых отходов.** Различают *планово-подворную* (ТБО собирают в специальные мусоросборники, расположенные на оборудованных площадках на территории домовладений, а затем спецавтотранспортом по графику вывозят к местам обезвреживания) и *планово-поквартирную* (жильцы собирают ТБО в квартирах и выносят в обусловленное время к мусороуборочной машине) системы планово-регулярной очистки. При планово-подворной системе различают метод "стационарной" (мусоросборники опоражнивают в мусоровозы и затем устанавливают на место) и "сменной" (мусоросборники или контейнеры вместе с ТБО вывозят контейнеровозами к местам обезвреживания, а в замен оставляют пустые чистые) посуды.

Для вывоза мусора и других твердых отходов используют специальные автомашины - мусоровозы. При методе "стационарной" посуды используют мусоровозы 93/М, 53/М, КО-404, КО-413 и прочие. При методе "сменной" посуды - контейнеровозы М-30. Мусоровозы монтируются на шасси грузовых автомашин ГАЗ-93а, ГАЗ-53, МАЗ-500А.

**Обезвреживание твердых бытовых отходов.** Методы обезвреживания ТБО должны отвечать следующим основным гигиеническим требованиям:

- обеспечивать надежный обезвреживающий эффект, превращать отходы на безвредный в эпидемическом и санитарном отношении субстрат. В эпидемическом отношении ТБО являются чрезвычайно опасными: коли-титр  $10^{-6}$ - $10^{-7}$ , титр анаэробов —  $10^{-5}$ - $10^{-6}$ , микробное число достигает десятков и сотен миллиардов, содержат патогенные и условно-патогенные бактерии, вирусы, яйца гельминтов. Особенно опасны отходы лечебно-профилактических учреждений, которые приблизительно в 10-100 раз более контаминированы микроорганизмами, по сравнению с бытовыми отходами из жилых зданий;

- быстрым - наилучшим считается такой метод, который разрешает эффективно обезвредить отходы за тот промежуток времени, за который они образовывались;

- должны предотвратить отложение яиц и развитие личинок и куколок мух (*Musca domestica*) как в отходах во время обезвреживания, так и в полученном вследствие обезвреживания субстрате;



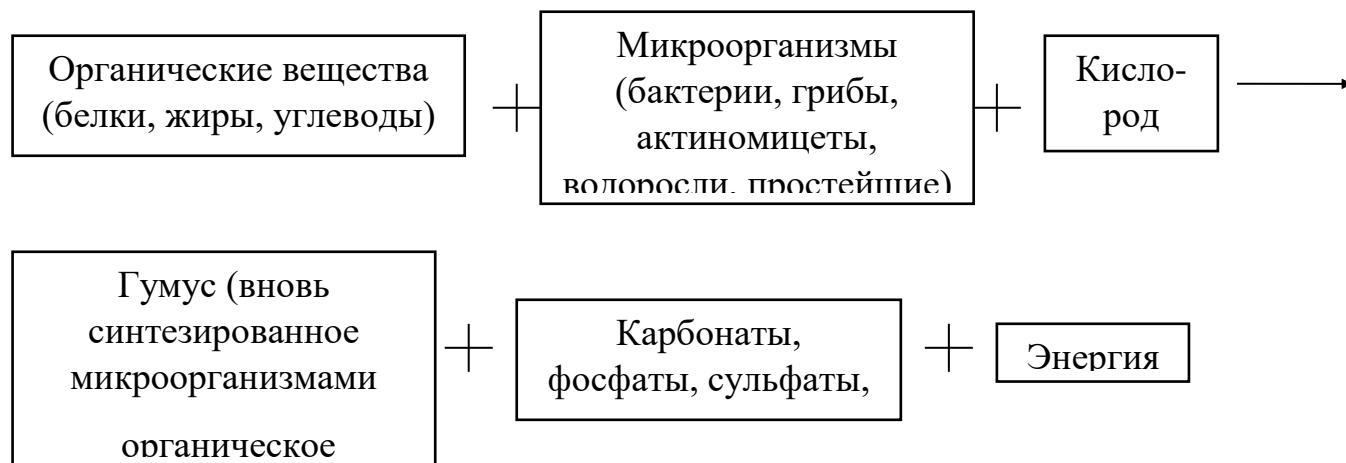
- должны предотвратить доступ грызунов в процессе обезвреживания отходов и превращать отходы в субстрат, неблагоприятный для их жизни и развития;
- должны предотвращать загрязнение воздуха летучими продуктами разрушения органических веществ (ТБО содержат до 80 % органических веществ, из которых 20-30 % в теплый период года легко загнивают и выделяют при этом дурно пахнущие газы: сероводород, индол, скатол и меркаптаны);
- при обезвреживании отходов не должны загрязняться поверхностные и подземные воды;
- должны разрешать максимально и безопасно для здоровья людей использовать полезные свойства ТБО, поскольку они содержат до 6% утиля, при их сжигании можно получать тепловую энергию, при биотермической переработке - органические удобрения, а пищевые отходы использовать для откорма животных.

По конечной цели методы обезвреживания ТБО делятся на: утилизационные (переработка отходов в органические удобрения, биотопливо, выделение вторичного сырья (например, металлического лома) для промышленности, использование как энергетического топлива) и ликвидационные (захоронение в почву, сброс у моря, сжигание без использования тепла).

По технологическому принципу методы обезвреживания делятся на:

- 1) биологические или биотермические (поля запахивания, усовершенствованные свалки, полигоны складирования, поля компостирования, биотермические камеры, заводы биотермической переработки; в сельской местности в личных хозяйствах - компостные кучи, парники);
- 2) термические (мусоросжигательные заводы без, или с использованием тепловой энергии, которая образуется при сжигании отходов; пиролиз с получением горючего газа и нефтеподобных смазочных масел);
- 3) химические (гидролиз);
- 4) механические (сепарация отходов с дальнейшей утилизацией, прессование отходов в строительные блоки);
- 5) смешанные.

Наибольшее распространение получили биотермические методы. В их основе лежат сложные процессы самоочищения почвы от органических загрязнений, которые схематично можно представить следующим образом:



**Схема 1.** Процессы самоочищения почвы от органических загрязнений.

*Биотермическое обезвреживание* разрешает: 1) разложить сложные органические вещества отходов и продукты их метаболизма (мочевину, мочевую кислоту и прочие) до более простых соединений с тем, чтобы в дальнейшем с помощью специальных микроорганизмов, в присутствии кислорода воздуха, синтезировать новое, стойкое, безопасное в санитарном отношении вещество, называемое гумусом; 2) уничтожить вегетативные формы патогенных и условно-патогенных бактерий, вирусы, простейшие, яйца гельминтов, яйца и личинки мух, семена сорняков.

Эффективность биотермического метода обезвреживания зависит от:

- аэрации отходов (на 1 объем ТБО необходимо подавать 25 объемов воздуха);
- влажности отходов (при влажности < 30 %, ТБО необходимо искусственно увлажнять; если > 70 %, необходимо устраивать устройства для ее уменьшения);
- содержания в отходах органических веществ, способных легко загнить (должно быть не < 30 %, соотношение углерода и азота 30:1), и неорганических соединений (не > 25 %);
- размера частиц отходов (оптимальный размер 25-35 мм);
- активной реакции (рН) отходов (оптимальной является рН - 6,5-7,6);
- степени исходной контаминации отходов мезофильными и термофильными микроорганизмами (для интенсификации очистки проводят искусственную инокуляцию);
- температурных условий (чем быстрее будет подниматься температура в толще отходов, тем лучше и надежнее состоится биохимическое разрушение органических веществ и отмирание патогенной микрофлоры).

Санитарный надзор за системами сбора, транспортирования и обезвреживания отходов нуждается в объективной оценке их эффективности, которая невозможна без санитарного обследования территории, отбора проб почвы и ее лабораторного анализа.

### **Методика санитарного обследования участка и отбора проб почвы**

Санитарное обследование земельного участка включает:

- определение назначения участка (территория больницы, детских учреждений, школ, промышленных предприятий, объектов обезвреживания отходов коммунально-бытового, производственного, строительного происхождения и т.п.);

Показатели санитарного состояния почвы представлены в табл.1.

## Показатели санитарного состояния почвы

Группа показателей	Показатели
Санитарно-физические	Механический состав, коэффициент фильтрации, воздухопроницаемость, влагопроницаемость, капиллярность, влагоемкость, общая и гигроскопическая влажность
Физико-химические	Активная реакция (рН), емкость поглощения, сумма поглощенных оснований
Показатели химической безопасности:	
- химические вещества естественного происхождения	Фоновое содержание валовых и подвижных форм макро- и микроэлементов чистой почвы
- химические вещества антропогенного происхождения (показатели загрязнения почвы ЭХВ)	Остаточные количества пестицидов, валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка, содержание подвижных форм тяжелых металлов, содержание нефти и нефтепродуктов, содержание серных соединений, содержание канцерогенных веществ (бенз(а)пирена) и т.п.
Показатели эпидемической безопасности:	
- санитарно-химические	Общий органический азот, санитарное число Хлебникова, азот аммиака, азот нитритов, азот нитратов, органический углерод, хлориды, окисляемость почвы
- санитарно-микробиологические	Общее число почвенных микроорганизмов, микробное число, титр бактерий группы кишечной палочки (коли-титр), титр анаэробов (перфрингенс-титр), патогенные бактерии и вирусы
- санитарно-гельминтологические	Число яиц гельминтов
- санитарно-энтомологические	Число личинок и куколок мух
Показатели радиационной безопасности	Активность почвы
Показатели самоочищения Почвы	Титр и индекс термофильных бактерий

- визуальное обследование территории участка, определение характера, размещения (отдаленности) источников загрязнения почвы, рельефа местности, направления стока дождевых вод по отношению к этим источникам, направлению движения грунтовых вод (табл.2);

Таблица 2

### Фильтрационная способность почв разного механического состава

Фильтрационная способность	Время впитывания, с*	Вид почвы
Большая	<18	Крупно- и среднезернистый песок
Средняя	18--30	Мелкозернистый песок, легкая супесь
Слабая, но достаточная для активного хода процессов самоочищения от органических загрязнений	30—180	Легкий суглинок
Незначительная и недостаточная для хода процессов самоочищения от органических загрязнений	>180	Тяжелые и средние супеси И суглинки, глины

\* - Выкапывают яму размером 0,3 x 0,3 м и глубиной 0,15 м, быстро заполняют ее водой (12,5 дм<sup>3</sup>) и секундомером измеряют время впитывания.

- определение механического состава почвы (песок, супесь, суглинок, чернозем – табл. 3);

Таблица 3

### Классификация почв по механическому составу (по М. А. Качинскому)

Наименование почв по механическому составу	Содержание частиц, %	
	Глинистых частиц диаметром меньше 0,01 мм	Песчаных частиц диаметром больше 0,01 мм
Тяжелоглинистые	больше 80	меньше 20
Глинистые	от 80 до 50	от 20 до 50
Тяжелосуглинистые	от 50 до 40	от 50 до 60
Среднесуглинистые	от 40 до 30	от 60 до 70
Легкосуглинистые	от 30 до 20	от 70 до 80
Супесчаные	от 20 до 10	от 80 до 90
Песчаные	от 10 до 5	от 90 до 95
Рыхлопесчаные	меньше 5	больше 95

- определение мест отбора проб почвы для анализа: участка возле источника загрязнения и контрольного участка заведомо чистой почвы (на отдалении от этого источника).

Пробы отбираются “методом конверта” на прямоугольных или квадратных участках размером 10x20 или больше метров. В каждой из пяти точек “конверта”

отбирают 1 кг почвы на глубину до 20 см. Из отобранных образцов готовят среднюю пробу массой 1 кг.

К отобранной пробе заполняют сопроводительный бланк, в котором указывают: место, адрес и назначение земельного участка, тип почвы, рельеф, уровень стояния грунтовых вод, цель и объем анализа, результаты исследований, выполненных на месте, дату и время отбора, погодные условия предыдущих 4-5 дней, кем отобранная проба, его подпись. Пробы упаковывают в стеклянную закрытую посуду, полиэтиленовые мешочки.

Все показатели делятся на: *прямые* (позволяют непосредственно по результатам лабораторного исследования пробы почвы оценить уровень ее загрязнения и степень опасности для здоровья населения и, *косвенные* (позволяют сделать выводы о факте существования загрязнения, его давности и продолжительности путем сравнения результатов лабораторного анализа исследуемой и контрольной чистой почвы того же типа, отобранной на незагрязненной территории) в табл. 4.

Таблица 4

#### Шкала оценки санитарного состояния почвы

Степень опасности	Степень загрязнения	Показатели эпидемической безопасности				
		Коли-титр	Титр анаэробов	Число яиц гельминтов 1 кг	Число личинок и куколок мух на 0,25 м <sup>2</sup>	Санитарное число Хлебникова
Безопасная	Чистый	1,0 и выше	0,1 и выше	0	0	0,98-1,0
Относительно безопасная	Слабо загрязненный	1,0-0,01	0,1-0,01	До 10	Единичные экземпляры	0,86-0,98
Опасная	Загрязненный	0,01-0,001	0,01-0,0001	11-100	10-25	0,70-0,86
Чрезвычайно опасная	Сильно загрязненный	0,001 и ниже	0,0001 и ниже	Больше 100	25 и больше	<0,70

*Санитарное число Хлебникова* – отношение азота гумуса (собственно почвенного органического вещества) к общему органическому азоту (состоящего из азота гумуса и азота посторонних для почвы органических веществ, которые ее загрязняют). Если почва чистая, то санитарное число Хлебникова равно 0,98-1.

*Коли-титр почвы* – минимальное количество почвы в граммах, в которой содержится одна бактерия группы кишечной палочки.

*Титр анаэробов* (перфрингенс-титр) почвы – минимальное количество отходов в граммах, в котором содержится одна анаэробная клостридия.

*Микробное число почвы* – это количество микроорганизмов в 1 грамме почвы, выросших на 1,5% мясо-пептонном агаре при температуре 37<sup>0</sup>С за 24 час.

Таблица 5

**Оценка санитарного состояния почвы по химическому составу  
почвенного воздуха**

Санитарное состояние почвы	Содержание O <sub>2</sub> и CO <sub>2</sub> в почвенном воздухе, %	
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Чистая	19,75-20,3	0,38-0,8
Мало загрязненная	17,7-19,9	1,2-2,8
Умеренно загрязненная	14,2-16,5	4,1-6,5
Сильно загрязненная	1,7-5,5	14,5-18

Таблица 6

**Ориентировочная шкала оценки состояния здоровья населения в  
зависимости от уровней загрязнения почвы экзогенными химическими  
веществами (ЭХВ)**

Изменения в состоянии здоровья населения	Уровень превышения ПДК ЭХВ в почве
Минимальные физиологические нарушения	< 4
Существенные физиологические нарушения	4—10
Повышение частоты заболеваемости по отдельным нозологическим формам и группам заболеваний	11-119
Хронические отравления	120—199
Острые отравления	200—999
Смертельные отравления	> 1000

**Методика гигиенической оценки санитарного состояния почвы**

При составлении вывода по санитарной оценке почвы целесообразно пользоваться схемой (алгоритмом), предусматривающей 6 следующих этапов:

I - определяют цель и задачу. Так, при отводе земельных участков под новые населенные пункты, необходимо дать гигиеническую оценку санитарного состояния естественной почвы. При текущем санитарном надзоре необходимо оценивать санитарное состояние искусственно созданной почвы на земельных участках жилых и общественных зданий, детских и спортивных площадках. При неблагоприятной эпидемической ситуации необходимо определиться, не является ли почва фактором распространения патогенных микроорганизмов. Иногда при расследовании случаев острых и хронических отравлений необходимо определить степень загрязнения почвы токсичными химическими веществами (пестицидами, тяжелыми металлами и т.п.). Санитарное состояние почвы может изучаться с целью оценки эффективности санитарной очистки территории города, во время текущего

санитарного надзора за очистными сооружениями канализации и сооружениями по утилизации и обезвреживанию ТБО с целью оценки эффективности их работы.

II - в зависимости от поставленных задач устанавливают необходимый объем исследований. Так, при гигиенической оценке естественной почвы земельных участков, которые отводятся под новые населенные пункты, необходимым является полный санитарный анализ по всем показателями санитарного состояния. При гигиенической оценке искусственно созданной почвы населенных пунктов при условии благоприятной эпидемической ситуации целесообразно проводить исследования по схеме краткого санитарного анализа: определение общей и гигроскопической влажности, санитарного числа Хлебникова, хлоридов, окисляемости почвы, микробного числа, титра бактерий группы кишечной палочки, титра анаэробов, числа яиц гельминтов, числа личинок и куколок мух. При неблагоприятной эпидемической ситуации в схему краткого санитарного анализа обязательно необходимо включить исследование на наличие патогенных бактерий и вирусов. При расследовании случаев острых и хронических отравлений для определения степени загрязнения почвы токсичными химическими веществами достаточно определить механический состав, общую и гигроскопическую влажность и содержание вредных веществ: пестицидов, тяжелых металлов, мышьяка и других (приложения 4, 5).

III - проводят проверку полноты представленных материалов, проверяют наличие данных санитарного обследования, оценивают схему отбора проб почвы, способы их подготовки к анализу, сроки выполнения анализов, условия хранения проб, контролируют наличие результатов лабораторного анализа почвы согласно необходимой программе исследований.

IV - анализируют данные санитарного обследования: а) санитарно-топографическую характеристику участка; б) санитарно-техническую характеристику объектов, оказывающих влияние на состояние участка; в) санитарно-эпидемическую ситуацию. Делают предварительный вывод относительно существования основания подозревать, что почва может быть загрязнена экзогенными химическими веществами или оказаться фактором распространения инфекционных заболеваний.

V - проводят оценку результатов лабораторного анализа почвы по всем показателями, предусмотренных программой исследований. По косвенным показателям на основании сравнения исследуемого участка с контрольной ("чистой") почвой составляют заключение о факте существования загрязнения, его давности и длительности. По прямым показателям, руководствуясь оценочной шкалой санитарного состояния почвы (приложения 4, 5), оценивают уровень загрязнения почвы и степень ее опасности для здоровья населения.

VI - формулируют общий вывод о санитарном состоянии почвы, степени ее загрязнения и опасности для здоровья населения, прогнозируют возможное влияние загрязнения почвы на здоровье населения в зависимости от ее уровней (Приложение б), предлагают мероприятия по предупреждению дальнейшего ухудшения санитарного состояния почвы и пути его улучшения.

### **Образец ситуационной задачи для усвоения методики гигиенической оценки санитарного состояния почвы**

Для решения вопроса о возможности отвода земельного участка под строительство многопрофильной больницы в городе N. было проведено санитарное обследование участка и отобраны пробы почвы.

**Данные санитарного обследования:** Земельный участок общей площадью 5 га расположен на северной окраине города. Раньше принадлежал колхозу „Прометей” и использовался для выращивания сельскохозяйственных растений, а со временем в качестве пастбища. Последние 2 года указанная территория отошла к городу N. Рельеф местности спокойный, уровень стояния грунтовых вод 2,5 м. С северной стороны участок граничит с лесополосой, отделяющей сельскохозяйственные угодья, с восточной - с автомагистралью, с южной - с городским парком, с западной - с жилой застройкой. На расстоянии 1,5 км восточнее от земельного участка расположены промышленные предприятия. Преобладающий ветер западный - западный-юго-западный. По данным городской больницы на протяжении 10 последних лет существенных изменений общей заболеваемости взрослого населения не наблюдалось. Заболеваемость детей первого года жизни несколько увеличилась.

**Протокол отбора проб:** Пробы отобраны методом „конверта” с 2 площадок размером 5x5 м<sup>2</sup> каждая, заложенных на исследуемом земельном участке и территории городского парка. Пробы для химического и бактериологического анализов отобраны послойно из глубины 0-5 и 5-20 см, для гельминтологического – 0-5 и 5-10 см. Объединенные пробы для химического (весом 1,5 кг) и гельминтологического (весом 1,0 кг) исследования помещены в бумажные пакеты, для бактериологического анализа – отобраны с соблюдением требований стерильности и помещены в стерильные склянки. Отбор проб осуществлен 17 августа 2006 года с 10<sup>00</sup> до 11<sup>00</sup>. В тот же день в 12<sup>00</sup> пробы доставлены в лабораторию.

Таблица 7

**Результаты лабораторного исследования:**

Показатели	Исследуемый участок		Контрольный участок	
	0-5 см	5-20 см	0-5 см	5-10 см
<b>Показатели, характеризующие физические свойства</b>				
Содержание физической глины, %	15	17	20	18
Содержание физического песка, %	85	83	80	82
<b>Показатели загрязнения экзогенными химическими веществами</b>				
Свинец (валовые формы), мг/кг	30,0	27,0	28,0	26,0
ГХЦГ, мг/кг	0,04	0,05	0,03	0,04
ДДТ, мг/кг	0,1	0,08	0,08	0,09
<b>Показатели эпидемической безопасности:</b>				
<b>Санитарно-химические</b>				
Санитарное число Хлебникова	0,99	0,98	0,98	0,99
Хлориды, мг/100 г	57	53	54	51
Азот аммонийный, мг/100 г	3,7	3,5	3,4	3,5



Азот нитритов, мг/100 г	0,2	0,1	0,1	0,2
Азот нитратов, мг/100 г	1,9	1,7	1,8	1,6
Санитарно-микробиологические				
Коли-титр	1,0	1,0	1,0	1,0
Титр анаэробов	0,1	0,1	0,1	0,1
Санитарно-гельминтологические				
Число яиц геогельминтов в 1 кг почвы	0	0	0	0
Санитарно-энтомологические				
Число личинок и кукол мух на 0,25 м <sup>2</sup>	0	0	0	0

ПДК в почве (мг/кг): свинец (валовые формы) - 30,0, ГХЦГ - 0,1, ДДТ - 0,1.

**Необходимо** оценить санитарное состояние почвы земельного участка, спрогнозировать его возможное влияние на здоровье населения и решить вопрос о возможности отвода территории под строительство многопрофильной больницы.

## Тема 7

# МЕТОДИКА ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ПО ДАННЫМ САНИТАРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА ПРОБ

## 1. Учебная цель

1.1. Усвоить общие требования к качеству питьевой воды и гигиенического значения отдельных ее показателей.

1.2. Овладеть методикой чтения анализа и оценки качества питьевой воды при местном и централизованном водоснабжении.

## 2. Исходные знания и умения

### 2.1. Знать:

2.1.1. Гигиенические показатели и нормативы качества питьевой воды (физические, органолептические, химический состав) и показатели загрязнения (химические, бактериологические - прямые и косвенные), их научное обоснование.

2.1.2. Понятие и характеристику централизованных (хозяйственно-питьевой водопровод) и децентрализованных (шахтный колодец, каптаж родника) систем водоснабжения.

2.1.3. Комплекс мероприятий по санитарному надзору за эксплуатацией головных сооружений водопровода (отдельных его элементов и водопроводной сети), а также колодцев, каптажей.

### 2.2. Уметь:

2.2.1. Давать гигиеничную оценку качества питьевой воды по данным санитарного обследования источника водоснабжения и результатов лабораторного анализа воды.

2.2.2. Разрабатывать комплекс мероприятий по улучшению качества воды и профилактики заболеваний, связанных с ее качеством.

## 3. Вопросы для самоподготовки

3.1. Влияние количества и качества питьевой воды и условий водоснабжения на состояние здоровья населения и санитарные условия жизни.

3.2. Нормы водоснабжения и их обоснование.

3.3. Инфекционные заболевания, возбудители которых передаются через воду. Особенности водных эпидемий, их профилактика.

3.4. Заболевания неинфекционного происхождения, обусловленные употреблением недоброкачественной воды и средства их профилактики.

3.5. Проблема макро- и микроэлементозов водного происхождения. Гигиеническое значение жесткости воды. Эндемический флюороз и его профилактика.

3.6. Эндемический кариес. Фторпрофилактика кариеса зубов и ее значение в практике централизованного водоснабжения.

3.7. Вклад отечественных гигиенистов в научное обоснование и практическую реализацию фторирования воды в централизованных системах водоснабжения Украины. Зависимость фторирования воды от климатических условий местности.

3.8. Водно-нитратная метгемоглобинемия как гигиеническая проблема, ее профилактика.

3.9. Общие гигиенические требования к качеству питьевой воды, их показатели - физические, органолептические, показатели природного химического состава, их гигиеническая характеристика. Госстандарт на питьевую воду.

3.10. Источники и показатели загрязнения и эпидемической безопасности воды - органолептические, химические, бактериологические, их гигиеническая характеристика.

3.11. Сравнительная характеристика централизованного и децентрализованного водоснабжения.

3.12. Элементы водопровода при заборе воды из артезианских и поверхностных водоемов. Зоны санитарной охраны.

3.13. Методы санитарного надзора за централизованным водоснабжением (предупредительного и текущего). Виды лабораторного анализа воды - бактериологического, санитарно-химического (краткого и полного).

3.14. Санитарный надзор за местными системами водоснабжения. Устройство и эксплуатация шахтных колодцев, каптажей родников. “Санация” колодцев.

3.15. Методика чтения анализов и экспертная оценка питьевой воды.

#### 4. Структура занятия

Занятие лабораторное. После организационной части преподаватель путем опроса студентов проверяет уровень их теоретической подготовки согласно приведенным выше вопросам для самоподготовки. Затем на примере одной из ситуационных задач, подготовленных кафедрой, преподаватель излагает методику “чтения” лабораторного анализа воды, активно привлекая к этому студентов. По результатам рассмотрения ситуационной задачи студенты составляют развернутое санитарное заключение, пользуясь нормативами.

После этого каждый студент получает индивидуальную ситуационную задачу с данными санитарного обследования и результатами лабораторного анализа воды и самостоятельно составляет санитарное заключение, пользуясь теми же нормативами и методикой.

#### 5. Литература

*Основная:*

1. Гончарук Е.И., Бардов В.Г., Гаркавий С.И., Яворовский А.П. и др. / Коммунальная гигиена/ под ред. Е.И. Гончарука– К.: Здоровье, 2006. – С.111-197.

2. Гончарук Е.И., Кундиев Ю.И., Бардов В.Г. и др. / Общая гигиена: пропедевтика гигиены / Под ред. Е.И. Гончарука - К.: Высшая школа, 1995. - С. 127-129, 283-300.

3. Гончарук Е.И., Кундиев Ю.И., Бардов В.Г. и др. / Общая гигиена: пропедевтика гигиены/ - К.: Высшая школа, 2000 - С. 142-144; 345-364.

4. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. / Гигиена / - К.: 1983 - С. 57-84.

5. Гончарук В.Г., Габович Р.Д., Гаркавый С.И. и др. / Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене / Под ред. Е.И. Гончарука– М.: Медицина, 1990. – С. 110-157.

*Дополнительная:*

6. Минх А.А. / Методы гигиенических исследований /М.: Медицина, 1990. - С. 109-164.

7. Даценко И.И., Габович Р.Д. / Основы общей и тропической гигиены / - К.: Здоровье, 1995. - С. 176-207.

## **6. Оснащение занятия**

1. ГОСТ “Вода питьевая”, СанПиН на воду централизованного водоснабжения, санитарные правила по устройству шахтных колодцев и каптажей родников.

2. Ситуационная задача по результатам лабораторного анализа воды и пример санитарного заключения.

3. Ситуационные задачи результатов лабораторного анализа воды для самостоятельной работы студентов.

## **Гигиеническая характеристика систем водоснабжения населенных мест**

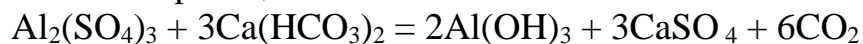
Различают централизованную и децентрализованную системы водоснабжения.

Централизованная система (водопровод) включает: источник воды (межпластовые напорные или безнапорные воды, поверхностный естественный водоем или искусственное водохранилище), водозаборное сооружение (артезианская буровая скважина, искусственный залив с береговым водоприемным колодцем с фильтрующими сетками), водоподъемное сооружение (помпы или насосы первого подъема), головные сооружения водопроводной станции, на которых проводятся осветление, обесцвечивание, обеззараживание, а иногда и специальные методы (фторирование, дефторирование, обезжелезивание, и т.п.) улучшения качества воды, резервуары накопления ее запасов (резервуары чистой воды), насосная станция второго подъема и водопроводная сеть - система водопроводных труб, которые доставляют воду к потребителям.

Артезианская вода (межпластовая напорная) большей частью не нуждается в очистке, иногда требует лишь обеззараживания, еще реже - специальных методов улучшения качества. Если же водопровод использует воду поверхностных

водоемов, она обязательно подлежит очистке. Последняя осуществляется на очистных сооружениях водопроводной станции и обязательно предусматривает осветление, обесцвечивание и обеззараживание.

Для очистки воды используют коагуляцию - химическую обработку воды сернокислым алюминием по реакции:



Гидроксид алюминия в виде довольно больших хлопьев адсорбирует на себе зависшие в воде загрязняющие вещества и гуминовые коллоидные соединения, вследствие чего вода осветляется и обесцвечивается. Доза коагулянта зависит от степени щелочности воды, наличия в ней бикарбонатов, количества взвешенных веществ и температуры воды. При малой карбонатной жесткости (менее 4° добавляют 0,5-1,0% раствор соды или гашеной извести. С целью ускорения коагуляции в воду добавляют флокулянты (полиакриламид).

После коагуляции вода поступает в отстойники, а затем на фильтры, наконец, в резервуары чистой воды, откуда насосами второго подъема направляется в водопроводную сеть.

После фильтрации вода обязательно обеззараживается методом озонирования, УФ-излучением, или хлорированием.

Хлорирование - простой, надежный и наиболее дешевый способ обеззараживания воды. В то же время хлор придает воде неприятный запах, а при наличии в ней химических загрязнений (из-за выпуска в водоемы сточных вод промышленных предприятий) способствует образованию хлорорганических соединений, которым присуще канцерогенное действие и хлорфенольных соединений с неприятным запахом. В связи с этим разработан метод хлорирования с преаммонизацией: предварительное введение в воду раствора аммиака связывает хлор в виде хлораминов, обеззараживающих воду, а хлорорганические и хлорфенольные соединения, при этом, не образуются.

Децентрализованное (местное) водоснабжение чаще всего осуществляется из шахтных или трубчатых колодцев, реже каптажей родников. В колодцах используют грунтовую воду, которая залегает в водоносном слое над первым водонепроницаемым горизонтом. Глубина залегания таких вод достигает нескольких десятков метров. Колодец в условиях местного водоснабжения одновременно выполняет функции водозаборного, водоподъемного и водоразборного сооружения.

Расстояние от колодца до потребителя воды не должно превышать 100 м. Колодцы необходимо размещать по рельефу местности выше всех источников загрязнения (выгреба, площадки подземной фильтрации, компосты и проч.) на расстоянии не менее 30-50 м. Если потенциальный источник загрязнения расположен выше по рельефу местности, относительно колодца, то расстояние между ними должно быть не менее чем 80-100 м, а в некоторых случаях даже не менее чем 120-150 м.

Колодец представляет собой вертикальную шахту квадратного или круглого сечения, которая доходит до водоносного слоя. Боковые стенки шахты закрепляют водонепроницаемым материалом (бетон, железобетон, кирпич, дерево и др.). На дно насыпают слой гравия на высоту 30 см. Надземная часть сруба колодца должна подниматься над поверхностью земли не меньше чем на 1,0 м. Вокруг сруба колодца

при его строительстве устраивают глиняный замок глубиной 2 метра, шириной 1 метр и отмостку в радиусе 2 м с наклоном от колодца. Для отвода ливневых вод устраивают водоотводный лоток. В радиусе 3-5 метров вокруг общественных колодцев должна быть изгородь. Воду из колодца поднимают с помощью насоса, или устраивают коловорот с общественным ведром. Сруб плотно закрывают крышкой и над ней и коловоротом устраивают навес.

Санация шахтного колодца — это комплекс мероприятий, включающий ремонт, очистку и дезинфекцию колодца, как сооружения, с целью предотвращения загрязнения воды в нем. С профилактической целью санация колодца проводится перед введением его в эксплуатацию, а затем, при благоприятной эпидемической ситуации, периодически 1 раз в год после очистки и текущего или капитального ремонта. Профилактическая санация состоит из двух этапов: 1) очистки и ремонта и 2) заключительной дезинфекции. При заключительной дезинфекции сначала сруб и внутреннюю часть сруба обрабатывают оросительным способом (орошение с гидропульта 5% раствором хлорной извести или 3% раствором гипохлорита кальция из расчета 0,5 дм<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> поверхности сруба). Затем выжидают, пока колодец наполнится водой до обычного уровня, после чего проводят дезинфекцию подводной части колодца объемным способом (количество хлорной извести или гипохлорита кальция из расчета 100 — 150 мг активного хлора на 1 дм<sup>3</sup> воды в колодце растворяют в небольшом объеме воды, осветляют отстаиванием, выливают полученный раствор в колодец, воду в колодце хорошо перемешивают на протяжении 15-20 минут, колодец закрывают крышкой и оставляют на 6-8 часов, не разрешая забор воды из него).

При неблагоприятной эпидемической ситуации (колодец является фактором распространения кишечных инфекций), в случае лабораторно установленного факта загрязнения воды в колодце, или видимых признаков загрязнения воды фекалиями, трупами животных, другими инородными телами, санацию проводят по *эпидпоказаниям*. При этом процесс обработки колодца включает три этапа: 1) предварительную дезинфекцию подводной части колодца объемным способом, 2) очистку и ремонт и 3) заключительную дезинфекцию сначала оросительным, а затем объемным способом.

В случае недостаточного улучшения качества воды после проведения дезинфекции (санации) колодца иногда осуществляют длительное обеззараживание воды в колодце с помощью дозирующих патронов. Дозирующие патроны представляют собой емкости цилиндрической формы вместительностью 250, 500 или 1000 см<sup>3</sup>, изготовленные из пористой керамики, в которые загружают хлорную известь или гипохлорит кальция. Количество гипохлорита кальция с активностью не ниже 52 % рассчитывают по формуле:

$$X_1 = 0,07 X_2 + 0,08 X_3 + 0,02 X_4 + 0,14 X_5,$$

где  $X_1$  - количество препарата, необходимого для загрузки патрона (кг),  $X_2$  - объем воды в колодце (м<sup>3</sup>),  $X_3$  - дебит колодца (м<sup>3</sup>/ч),  $X_4$  - водовыбор (м<sup>3</sup>/сутки),  $X_5$  - хлорпоглощаемость воды (мг/дм<sup>3</sup>). Перед заполнением патрон выдерживают в воде на протяжении 3-5 часов. Затем наполняют найденным количеством хлорсодержащего препарата, прибавляют 100–300 см<sup>3</sup> воды, тщательно перемешивают, патрон закрывают керамической или резиновой пробкой. После

этого подвешивают в колодце и погружают в толщу воды приблизительно на 0,5 м ниже ее верхнего уровня и 0,2-0,5 м выше дна колодца.

Каптаж - бетонированный резервуар, построенный возле устья родника в подножии холма, горы, с выводной трубой, через которую постоянно вытекает вода. Резервуар разделен стенкой определенной высоты на две камеры. Первая камера служит отстойником для песка, вымываемого родником, а во второй камере накапливается отстоявшаяся вода, которая постоянно вытекает через выводную трубу. Место родника оборудовано водоотводным бетонированным лотком с наклоном в сторону ручья, реки.

### **Гигиеническая характеристика показателей качества воды**

**Органолептические свойства воды** делятся на 2 подгруппы: 1) физико-органолептические – совокупность органолептических признаков, которые воспринимаются органами чувств и оцениваются по интенсивности восприятия и 2) химико-органолептические за счет содержания определенных химических веществ, способных раздражать рецепторы соответствующих анализаторов и вызывать те или иные ощущения.

**Запах** — это способность имеющихся в воде химических веществ испаряться и, создавая ощутимое давление пара над поверхностью воды, раздражать рецепторы слизистых оболочек носа и синусных пазух. Это служит причиной соответствующего ощущения. Различают: естественные (ароматический, болотный, гнилостный, рыбий, травяной и др.), специфические (аптечный) и, неопределенные запахи.

**Вкус и привкус** — способность имеющихся в воде химических веществ после взаимодействия со слюной раздражать вкусовые сосочки, расположенные на поверхности языка, и предопределять соответствующее ощущение. Различают соленый, горький, кислый и сладкий вкусы. Остальное — привкусы: щелочной, болотный, металлический, нефтепродуктов и др.

Для характеристики интенсивности запахов, вкусов и привкусов воды предложена пятибалльная шкала: 0 - запах (вкус, привкус) отсутствует, его не обнаруживает даже опытный одоратор (дегустатор), 1 - очень слабый, потребитель не обнаруживает, но ощущает опытный одоратор (дегустатор), 2 - слабый, потребитель ощущает только тогда, когда обратить на него внимание, 3 - заметный, потребитель легко обнаруживает и отрицательно реагирует, 4 - четкий, вода непригодна для употребления, 5 - очень сильный, ощущается на расстоянии, из-за чего вода непригодна для употребления.

Неприятные запахи, вкусы и привкусы воды ограничивают ее потребление и вынуждают искать другие источники, которые могут оказаться опасными в эпидемическом и химическом отношении. Специфические запах, вкус и привкус свидетельствуют о загрязнении воды вследствие попадания в водоем сточных вод промышленных предприятий или поверхностного стока из сельскохозяйственных полей. Естественные запах, вкус и привкус свидетельствуют о наличии в воде определенных органических и неорганических веществ, которые образовались вследствие жизнедеятельности водных организмов (водорослей, актиномицетов, грибов и др.) и биохимических процессов преобразования органических соединений (гуминовых веществ), которые попали в воду из почвы. Запах воды

подземных источников может быть обусловлен сероводородом, колодцев - деревом сруба. Эти вещества могут быть биологически активными, небезразличными для здоровья, обладать аллергенными свойствами. Являются показателем эффективности очистки воды на водопроводных станциях.

**Цветность** — природное свойство воды, обусловленное гуминовыми веществами, которые вымываются из почвы во время формирования поверхностных и подземных водоемов и придают воде желто-коричневую окраску. Цветность измеряют в градусах с помощью спектрофотометров и фотоколориметров путем сравнения с окраской растворов хромово-кобальтовой или платиново-кобальтовой шкалы, имитирующей цветность природной воды.

Загрязненная вода может иметь неестественный цвет, обусловленный красителями, которые могут попасть в водоем со сточными водами предприятий легкой промышленности, некоторыми неорганическими соединениями как естественного, так и техногенного происхождения. Так, железо и марганец могут обуславливать окраску воды от красного до черного, медь – от бледно-голубого до сине-зеленого. Этот показатель носит название **окраски** воды. Для его измерения воду наливают в цилиндр с плоским дном, на расстоянии 4 см от дна размещают лист белой бумаги, воду из цилиндра сливают до тех пор, пока через ее столбик лист будет восприниматься как белый, т.е. пока не исчезнет окраска. Высота этого столбика в см и характеризует окраску воды.

**Мутность** — природное свойство воды, обусловленное содержанием взвешенных веществ органического и неорганического происхождения (глины, ила, органических коллоидов, планктона и др.). Мутность измеряют нефелометрами, спектрофотометрами и фотоколориметрами по имитирующей каолиновой шкале, которая представляет собой набор суспензий белой глины каолина в дистиллированной воде. Мутность воды измеряют в мг/л путем сравнения ее оптической плотности с плотностью стандартных суспензий каолина, согласно ДСанПиН 136/1940 - в нефелометрических единицах мутности (НОМ).

Противоположная характеристика мутности воды – **прозрачность** – способность пропускать световые лучи. Прозрачность измеряют по методу Снеллена: воду наливают в цилиндр с плоским дном, на расстоянии 4 см от дна размещают стандартный шрифт с буквами размером 4 мм, толщиной — 0,5 мм. Воду из цилиндра сливают до тех пор, пока через ее столбик можно будет прочесть буквы. Высота этого столбика в см и характеризует прозрачность воды.

Цветная, окрашенная, мутная вода вызывает у человека ощущение отвращения, ограничивающее ее потребление и вынуждающее искать новые источники водоснабжения. Повышение окраски, мутности и снижение прозрачности может свидетельствовать о загрязнении воды промышленными сточными водами. Они могут содержать органические и неорганические вещества, вредные для здоровья человека или образовывать вредные вещества во время реагентной обработки воды (например, хлорирование). Вода с высокой цветностью может быть биологически активной за счет гуминовых органических веществ. Являются показателями эффективности просветления и обесцвечивания воды на водоочистных сооружениях. Взвешенные и гуминовые вещества ухудшают обеззараживание воды (препятствуют механическому проникновению активного хлора в бактериальную клетку).



**Температура** существенно влияет на: 1) органолептические свойства воды (запах, вкус и привкус); вода с температурой свыше  $25^{\circ}\text{C}$  обладает рвотным рефлексом; по международному стандарту температура не должна превышать  $25^{\circ}\text{C}$ , наилучшей считается прохладной ( $12-15^{\circ}\text{C}$ ) температуры; 2) скорость и глубину процессов очистки и обеззараживания воды на водопроводных станциях: с повышением температуры до  $20-25^{\circ}\text{C}$  улучшаются процессы осветления и обесцвечивания воды за счет лучшей коагуляции, повышается эффективность фильтрации воды через активированный уголь вследствие уменьшения его адсорбционных свойств, усиливается диффузия молекул обеззараживающих хлорсодержащих веществ внутрь бактериальной клетки, т.е. улучшается обеззараживание.

**Сухой остаток** (минерализация общая) — это количество растворенных веществ, преимущественно (90 %) минеральных солей, в 1 л воды. Воду с сухим остатком до 1000 мг/л называют пресной, от 1000 до 3000 мг/л – солоноватой, свыше 3000 мг/л – соленой. Оптимальной считается минерализация на уровне 300—500 мг/л. Вода с сухим остатком 100—300 мг/л считается удовлетворительно минерализованной, 300-500 – оптимально минерализованной, 500—1000 мг/л — повышено, но допустимо минерализованной.

Солоноватая и соленая вода неприятна на вкус. Употребление такой воды сопровождается повышением гидрофильности тканей, задержкой воды в организме, уменьшением на 30-60 % диуреза. Вследствие этого повышается нагрузка на сердечно-сосудистую систему, тяжелее протекает ишемическая болезнь сердца, миокардиодистрофия, гипертоническая болезнь, повышается риск их обострения. Вода повышенной минерализации может служить причиной диспепсических расстройств у лиц, сменивших местожительство. Причиной таких расстройств является изменение секреторной и моторной функций желудка, раздражение слизистых оболочек тонкой и толстой кишок и усиление их перистальтики. Такая вода способствует развитию и тяжести течения мочекаменной и желчнокаменной болезней.

Систематическое употребление слабоминерализованной воды приводит к нарушению водно-электролитного гомеостаза, которое основывается на реакции осморцепторного поля печени. Эта реакция предопределяет повышенный выброс натрия в кровь и сопровождается перераспределением воды между внеклеточной и внутриклеточной жидкостью.

**Водородный показатель (pH)** — природное свойство воды, обусловленное наличием свободных ионов водорода. Вода большинства поверхностных водоемов имеет pH в пределах от 6,5 до 8,5. Показатель pH подземных вод колеблется в диапазоне от 6 до 9. Кислыми (с pH до 7) являются болотные воды, богатые на гуминовые вещества. Щелочными (с pH свыше 7) - подземные воды, которые содержат много гидрокарбонатов.

Изменение активной реакции воды свидетельствует о загрязнении источника водоснабжения кислыми или щелочными сточными водами промышленных предприятий. Активная реакция влияет на процессы очистки и обеззараживания воды: в щелочных водах улучшается осветление и обесцвечивание за счет улучшения процессов коагуляции; в кислой среде ускоряется процесс обеззараживания воды.

**Жесткость общая** — природное свойство воды, обусловленное наличием так называемых солей жесткости, а именно: кальция и магния (сульфатов, хлоридов, карбонатов, гидрокарбонатов и др.). Различают общую, устранимую, постоянную и карбонатную жесткость. Устранимая, или гидрокарбонатная, жесткость обусловлена бикарбонатами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , которые во время кипячения воды превращаются в нерастворимые карбонаты и выпадают в осадок за такими уравнениями:



Постоянной называют жесткость, которая остается после 1 часа кипячения воды и обусловленная наличием хлоридов и сульфатов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , не выпадающих в осадок.

Общую жесткость воды выражают в мг-экв/л. Раньше пользовались градусами жесткости:  $10^\circ = 0,35$  мг-экв/л,  $1$  мг-экв/л =  $28$  мг Сао/л =  $2,8^\circ$ .

Вода с общей жесткостью до  $3,5$  мг-экв/л ( $10^\circ$ ) считается мягкой, от  $3,5$  до  $7$  мг-экв/л ( $10$ - $20^\circ$ ) — умеренно жесткой, от  $7$  до  $10$  мг-экв/л ( $20$ - $28^\circ$ ) — жесткой и свыше  $10$  мг-экв/л ( $28^\circ$ ) — очень жесткой.

Содержание солей жесткости свыше  $7$  мг-экв/л придает воде горького вкуса. Резкий переход от мягкой воды к жесткой может привести к диспепсии. В районах с жарким климатом пользование водой с высокой жесткостью приводит к ухудшению течения мочекаменной болезни. Соли жесткости ухудшают всасывание жиров вследствие их омыления и образования в кишечнике нерастворимых кальциево-магнезиальных мыл. При этом ограничивается поступление в организм ПНЖК, жирорастворимых витаминов, некоторых микроэлементов (вода с жесткостью свыше  $10$  мг-экв/л повышает риск заболевания на эндемический зоб). Высокая жесткость оказывает содействие возникновению дерматитов вследствие раздражающего действия кальциево-магнезиальных мыл, которые образуются при омылении кожного сала. С повышением жесткости воды усложняется кулинарная обработка пищевых продуктов (хуже разваривается мясо и бобовые, плохо заваривается чай, образуется накипь на стенках посуды), повышается расход мыла. Волосы после мытья становятся жесткими, кожа грубеет, ткани желтеют, теряют мягкость, гибкость, вентиляционную способность за счет импрегнации кальциево-магнезиальных мыл.

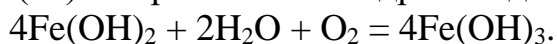
Длительное пользование мягкой водой, бедной кальцием, может привести к его дефициту в организме у детей, живущих в районах с мягкой водой. На зубной эмали у таких детей образуются лиловые пятна, которые являются следствием декальцинации дентина. Развивается урвовская болезнь (болезнь Кашин-Бека), которая является эндемическим полигипермикрэлементозом стронция, железа, марганца, цинка, фтора. Она возникает в местностях с низким содержанием кальция в питьевой воде. Вода с низким содержанием электролитов, предопределяющих жесткость, способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

**Хлориды и сульфаты** широко распространены в природе. Они составляют большую часть сухого остатка пресных вод. Поступают в воду водоемов вследствие

как естественных процессов вымывания с почвы, так и загрязнения водоема разнообразными сточными водами. Природное содержание в воде поверхностных водоемов их незначительное и колеблется в пределах нескольких десятков мг/л. Вода, которая фильтруется через солончаковый грунт, может содержать сотни и даже тысячи мг хлоридов в 1 л.

Хлориды влияют на органолептические свойства воды - придают ей соленый (хлориды) либо горький (сульфаты) вкус. Учитывая большое количество хлоридов в моче и поту человека и животных, в хозяйственно-бытовых сточных водах, жидких бытовых отходах, сточных водах животноводческих и птицеводческих комплексов, поверхностных стоках из пастбищ их также используют как косвенные санитарно-химические показатели эпидемической безопасности воды. Вместе с тем хлориды, поступающие в водоем со сточными водами промышленных предприятий, например, металлургических, не имеют ничего общего с вероятным одновременным органическим и бактериальным загрязнением.

**Железо.** В поверхностных водоемах железо содержится в виде стойкого гуминовокислого Fe (III), в подземных водах - гидрокарбоната двухвалентного Fe (II). После подъема подземной воды на поверхность Fe (II) окисляется кислородом атмосферного воздуха до Fe (III) с образованием гидроксида Fe (III) за реакцией:



Гидроксид Fe (III) плохо растворяется и образует в воде коричневые хлопья, которые обуславливают ее цветность и мутность. При значительном содержании железа в воде вследствие указанных преобразований она будет приобретать желто-коричневую окраску, становиться мутной и приобретать вязущий металлический привкус.

**Марганец.** В концентрациях, свыше 0,15 мг/л, марганец окрашивает воду в розовый цвет, придает ей неприятного привкуса, окрашивает при стирке белье, образует накипь на посуде. Если соединения марганца (II) в воде подвергаются окислению, то отрицательное влияние на органолептические свойства усиливается. При аэрации воды, которая содержит марганца свыше 0,1 мг/л, будет образовываться темно-бурый осадок  $\text{MnO}_2$ , при озонировании с целью обеззараживания за счет образования солей  $\text{Mn}^{7+}$  (перманганатов) может возникнуть розовая окраска.

**Медь.** При концентрациях, свыше 5,0 мг/л, медь придает водопроводной воде ощутимый неприятный вязущий привкус. При концентрациях свыше 1,0 мг/л красится белье при стирке, наблюдается коррозия алюминиевой и цинковой посуды.

**Цинк.** Высокое содержание в воде цинка ухудшает ее органолептические свойства. При концентрациях, свыше 5,0 мг/л, соединения цинка передают воде ощутимый неприятный вязущий привкус. При этом в воде может появиться опалесценция и образование пленки при кипячении.

**Показатели безвредности по химическому составу** – это химические вещества, которые могут отрицательно влиять на здоровье человека, вызывая развитие разнообразных заболеваний.

**Химические вещества природного происхождения** (бериллий, молибден, мышьяк, свинец, нитраты, фтор, селен, стронций) определяют возникновение эндемических заболеваний. Некоторые из них (молибден, селен, фтор) принадлежат к биомикроэлементам, содержание которых в организме не превышает 0,01 %, но

они являются эссенциальными для человека. Они обязательно должны поступать в организм в оптимальных суточных дозах, при несоблюдении которых могут развиваться или гипомикроэлементозы, или гипермикроэлементозы. Другие (бериллий, мышьяк, свинец, нитраты, стронций) при чрезмерном поступлении в организм могут проявить токсическое действие.

**Химические вещества, которые поступают в воду вследствие промышленного, сельскохозяйственного и бытового загрязнения источников водоснабжения.** К ним принадлежат тяжелые металлы, такие как кадмий, ртуть, никель, висмут, сурьма, олово, хром и т.п. Детергенты (синтетические моющие средства или поверхностно активные вещества), пестициды (ДДТ, ГХЦГ, хлорофос, метафос, 2, 4-Д, атразин и т.п.). Также синтетические полимеры и их мономеры (фенол, формальдегид, капролактамы и т.п.). Их содержание в воде не должно вызывать опасность для здоровья людей и их потомства при постоянном, на протяжении всей жизни, употреблении такой воды. Оно должно гарантировать не только отсутствие острых и хронических отравлений, но и отсутствие, неспецифического вредного действия, связанного с угнетением общей резистентности организма. Оно должно обеспечивать сохранение репродуктивного здоровья, гарантировать отсутствие мутагенного, канцерогенного, эмбриотоксического, тератогенного, гонадотоксического действия и других отдаленных последствий. Такое содержание мы, гигиенисты, называем предельно допустимой концентрацией (ПДК).

Токсические химические вещества при одновременном наличии в воде способны оказывать на организм человека комбинированное действие, следствием которого чаще всего является суммация отрицательных эффектов, т.е. адитивное действие. Чтобы гарантировать сохранение здоровья в условиях такого комбинированного действия необходимо придерживаться правила (Аверьянова) суммационной токсичности: сумма соотношений фактических концентраций веществ в воде к их ПДК не должна превышать 1:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1,$$

где  $C_1, C_2, C_n$  — фактические концентрации химических веществ в воде, мг/л.

**Показатели, которые характеризуют эпидемическую безопасность воды,** делятся на 2 подгруппы: санитарно-микробиологические и санитарно-химические.

**Санитарно-микробиологические показатели эпидемической безопасности воды.** Критерием безопасности воды в эпидемическом отношении является отсутствие патогенных микроорганизмов - возбудителей инфекционных болезней. Однако исследование воды на наличие патогенных микроорганизмов - это довольно продолжительный, сложный и трудоемкий процесс. Поэтому оценку эпидемической безопасности воды проводят путем косвенной индикации возможного присутствия возбудителя. Для этого используют два косвенных санитарно-микробиологических показателя - общее микробное число (ОМЧ) и содержание санитарно-показательных микроорганизмов.

**ОМЧ** – это количество колоний, вырастающих при посеве 1 мл воды на 1,5 % мясо-пептонный агар после 24 ч выращивания при температуре 37 °С.

Санитарно-показательными являются *бактерии группы кишечной палочки* (БГКП), содержащиеся в испражнениях человека и животных. К БГКП принадлежат бактерии родов *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* и другие представители семьи *Enterobacteriaceae*, которые представляют собой грамотрицательные палочки, не образующие спор и капсул. Они сбраживают глюкозу и лактозу с образованием кислоты и газа при температуре 37 °С на протяжении 24-48 ч и не обладают оксидазной активностью. Селективной для БГКП является питательная среда Эндо, на которой БГКП растут в виде темно-красных колоний с металлическим блеском (*E. Coli*), красных без блеска, розовых или прозрачных с красным центром или краями колоний.

Наличие и количество БГКП в воде свидетельствует о фекальном происхождении загрязнения и о возможной контаминации воды патогенными микроорганизмами кишечной группы. Количественно этот показатель характеризуется *индексом БГКП* (количество колониеобразующих единиц (КОЕ) - бактерий группы кишечных палочек в 1 дм<sup>3</sup> воды) и *титром БГКП* (наименьшее количество исследуемой воды в мл, в которой обнаруживают одну БГКП).

*Санитарно-химические показатели эпидемической безопасности воды* свидетельствуют о наличии в воде органических веществ и продуктов их обмена, которые косвенно намекают на вероятность эпидемической опасности воды. Это наблюдается при загрязнении воды водоемов хозяйственно-бытовыми сточными водами, стоками животноводческих и птицеводческих комплексов и т.п.. Наиболее показательными из них являются приведенные ниже.

**Перманганатная окисляемость** — это количество кислорода (в мг), необходимое для химического окисления легко окисляемых органических и неорганических (солей Fe (II), H<sub>2</sub>S, аммонийных солей, нитритов) соединений, которые содержатся в 1 л воды. Окислителем при этом служит KMnO<sub>4</sub>. Наименьшую перманганатную окисляемость имеет артезианская вода – до 2 мг O<sub>2</sub> на 1 л. В воде шахтных колодцев этот показатель достигает 2-4 мг O<sub>2</sub> на 1 л, в воде открытых водохранилищ она может быть 5-8 мг O<sub>2</sub> на 1 л и выше.

**Бихроматная окисляемость**, или *химическая потребность в кислороде (ХПК)* — это количество кислорода (в мг), необходимое для химического окисления всех органических и неорганических восстановителей в 1 л воды. Окислителем при этом служит K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Чистые подземные воды имеют ХПК в пределах 3-5 мг/л, поверхностные - 10-15 мг/л.

**Биохимическая потребность в кислороде (БПК)** — это количество кислорода (в мг), необходимое для биохимического окисления (за счет деятельности микроорганизмов) органических веществ, присутствующих в 1 л воды, при температуре 20 °С на протяжении или 5 суток (БПК<sub>5</sub>), или 20 суток (БПК<sub>20</sub>). БПК<sub>20</sub> еще называют полной (БПК<sub>пол.</sub>). Чем больше загрязнена вода органическими веществами, тем выше ее БПК. БПК<sub>5</sub> в воде очень чистых водоемов меньше, чем 2 мг O<sub>2</sub>/л (БПК<sub>20</sub> меньше, чем 3 мг O<sub>2</sub>/л), в воде относительно чистых водоемов – 2-4 мг O<sub>2</sub>/л (БПК<sub>20</sub> 3-6 мг O<sub>2</sub>/л), в воде загрязненных водоемов – свыше 4 мг O<sub>2</sub>/л (БПК<sub>20</sub> больше 6 мг O<sub>2</sub>/л).

**Растворенный кислород** – количество кислорода, которое содержится в 1 л воды. Имеет значение для характеристики санитарного режима открытых водоемов. Кислород воздуха диффундирует в воду и растворяется в ней. Некоторое количество кислорода образуется вследствие жизнедеятельности хлорофильных водорослей. Наряду с обогащением воды кислородом он тратится на биохимическое окисление органических веществ (процессы самоочищения водоема) и дыхание аэробных гидробионтов, в частности рыб. Для предотвращения ухудшения процессов самоочищения и гибели гидробионтов, содержание кислорода в воде водоема должно быть не менее 4 мг  $O_2$ /л. При поступлении в водоем сточных вод, содержащих большое количество органических веществ, повышается БПК и уменьшается растворенный кислород, который расходуется на окисление органики.

**Азот аммонийных солей, нитритов и нитратов.** Источником азота в природных водах служит разложение белковых остатков, трупы животных, моча, фекалии. Вследствие процессов самоочищения водоема сложные азотсодержащие белковые соединения и мочевины минерализуются с образованием аммонийных солей, которые в дальнейшем окисляются сначала до нитритов, а затем до нитратов. Также происходит и самоочищение водоема от органических азотсодержащих загрязняющих веществ, которые попадают в водоем в составе разнообразных сточных вод и поверхностного стока.

В чистых природных водах поверхностных и подземных водоемов, азот аммонийных солей содержится в пределах 0,01-0,1 мг/л. Азот нитритов, как промежуточный продукт дальнейшего химического окисления аммонийных солей, содержится в воде чистых природных водоемов в очень малых количествах, не более 0,001-0,002 мг/л. Повышение их концентрации свыше 0,005 мг/л, является важным признаком загрязнения источника. Нитраты являются конечным продуктом окисления аммонийных солей. Наличие их в воде при отсутствии аммиака и нитритов свидетельствует о сравнительно давнем поступлении в воду азотсодержащих веществ, которые успели минерализоваться. В чистой природной воде содержание азота нитратов не превышает 1-2 мг/л. В грунтовых водах может наблюдаться более высокое содержание нитратов вследствие их миграции из почвы в случае ее органического загрязнения, или интенсивного использования азотных удобрений.

### **Общие гигиенические требования к питьевой воде включают:**

- хорошие органолептические свойства (прозрачность, относительно низкая температура, хороший освежающий вкус, отсутствие запахов, неприятных привкусов, окрашивания, видимых невооруженным глазом плавающих примесей и др.);
- оптимальный природный минеральный состав, который обеспечивает хорошие вкусовые качества воды, получение некоторых необходимых организму макро- и микроэлементов;
- токсикологическая безвредность (отсутствие токсичных веществ во вредных для организма концентрациях);
- эпидемиологическая безопасность (отсутствие возбудителей инфекционных заболеваний, гельминтозов и т.п.);
- радиоактивность воды - в пределах установленных уровней.

Государственный санитарный надзор за централизованным водоснабжением делится на предупредительный и текущий. Предупредительный надзор предусматривает участие врача профилактика в выборе источника водоснабжения, санитарную экспертизу проекта водопровода, всех его составных элементов, зон санитарной охраны, надзор за ходом его строительства и введение в эксплуатацию.

Перед введением в эксплуатацию построенного водопровода определяют зоны санитарной охраны:

- зона сурового режима, в которую входит определенная часть акватории водоема в месте забора воды, вверх и вниз по течению, территория вокруг водоочистных сооружений, вокруг места расположения артезианской скважины;

- зона ограничений - территория, на которой запрещено строительство и использование объектов, которые могут загрязнять эту территорию и водоем;

- зона наблюдений, которая включает всю территорию, по которой протекают поверхностный источник водоснабжения, или является зоной питания артезианских вод.

Вдоль водопроводной сети предусматривается санитарно-защитная полоса.

Текущий санитарный надзор проводится путем углубленного (при ремонтах, реконструкциях) планового периодического, спорадического, а иногда (при грубых санитарных нарушениях, или появления кишечных инфекционных заболеваний) и экстренного санитарного обследования. Такое обследование обязательно дополняется отбором проб воды и ее лабораторным исследованием. Результаты этого исследования оцениваются путем сравнения с гигиеническими нормативами ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая (требования к качеству)” и ДСанПин № 136/1940 „Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения” (Приложение 3).

Результаты лабораторного анализа проб воды из местных источников водоснабжения оцениваются согласно “Санитарных правил по устройству и содержанию колодцев и каптажей родников, используемых для децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения” №1226-75.

**Требования к качеству питьевой воды при централизованном водоснабжении (Извлечение из ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством” и ГСанПиН № 136/1940 “Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения”)**

Распространяются на водопроводную питьевую воду при централизованном хозяйственно-питьевом водоснабжении

*Таблица 1*

**Органолептические показатели качества питьевой воды**

Показатели, единицы измерения	Нормативы (не больше)	
	ГОСТ 2874-82	ГСанПиН
<b>Физико-органолептические</b>		

Запах, баллы	2	2*
Мутность, мг/л	1,5	0,5 (1,5) **
Цветность, град.	20	20 (35) ***
Привкус, баллы	2	2 *
<b>Химико-органолептические</b>		
Водородный показатель, рН, в диапазоне, ед.	6,0-9,0	6,5-8,5
Железо, мг/л	0,3 (1,0)	0,3
Жесткость общая, мг-экв/л	7,0 (10,0)	7,0 (10,0)
Сульфаты, мг/л	500	250 (500)
Сухой остаток (минерализация общая), мг/л	1000 (1500)	1000 (1500)
Полифосфаты остаточные, мг/л	3,5	—
Хлориды, мг/л	350	250 (350)
Медь, мг/л	1,0	1,0
Марганец, мг/л	0,1	0,1
Цинк, мг/л	5,0	—
Хлорфенолы, мг/л	—	0,0003

\* - показатель разведения, ПР (к исчезновению запаха, привкуса),

\*\* - нефелометрические единицы мутности, НЕМ,

\*\*\* - указанные в дужках величины допускаются с учетом конкретной ситуации.

Таблица 2

**Показатели эпидемической безопасности питьевой воды**

Показатели, единицы измерения	Нормативы	
	ГОСТ 2874-82	ГСанПиН
<b>Микробиологические</b>		
Количество бактерий в 1 мл воды (общее микробное число, ОМЧ), КОЕ/мл	Не больше 100	Не больше 100*
Количество бактерий группы кишечных палочек (колиформных микроорганизмов), т.е. индекс БГКП, КОЕ/л	Не больше 3	Не больше 3**
Количество термостабильных кишечных палочек (фекальных коли-форм), т.е. индекс ФК, КОЕ/100 мл	—	Нет***
Количество патогенных микроорганизмов, КОЕ/л	—	Нет***
Количество коли-фагов, БОЕ/л	—	Нет***
<b>Паразитологические</b>		
Количество патогенных кишечных простейших (клетки, цисты) в 25 л воды	—	Нет
Количество кишечных гельминтов (клетки, яйца, личинки) в 25 л воды	—	Нет

\* — Для 95 % проб воды в водопроводной сети, которая исследуется на протяжении года,



\*\* — Для 98 % проб воды, которая поступает в водоснабжающую сеть и исследуется на протяжении года. В случае превышения индекса БГКП на этапе идентификации колоний, которые выросли, дополнительно исследуют на наличие фекальных кругов-форм,

\*\*\* — Если выявлены фекальные круги-формы в 2 последовательно отобранных пробах, следует начать на протяжении 12 часов исследования воды на наличие возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной или вирусной этиологии (по эпидситуации).

Таблица 3

**Токсикологические показатели безвредности химического состава питьевой воды**

Показатели	Нормативы (не больше), мг/л	
	ГОСТ 2874-82	ГСанПиН
<b>Неорганические компоненты</b>		
Алюминий	0,5	0,2 (0,5) *
Барий	—	0,1
Бериллий	0,0002	—
Молибден	0,25	—
Мышьяк	0,05	0,01
Полиакриламид остаточный	2,0	—
Селен	0,001	0,01
Свинец	0,03	0,01
Стронций	7,0	—
Никель	—	0,1
Нитраты	45,0	45,0
Фтор: I-II климатический пояс	1,5	1,5
III климатический пояс	1,2	
IV климатический пояс	0,7	
<b>Органические компоненты</b>		
Тригалогенметаны (ТГМ, сумма)	—	0,1
Хлороформ	—	0,06
Дибромхлорметан	—	0,01
Тетрахлоруглерод	—	0,002
Пестициды ( сумма)	—	0,0001**
<b>Интегральные показатели</b>		
Перманганатная окисляемость	—	4,0
Общий органический углерод	—	3,0

\* Величина, указанная в скобках, допускается в случае обработки воды реагентами, которые содержат алюминий,

\*\* перечень контролируемых пестицидов устанавливают с учетом конкретной ситуации.

Таблица 4

### Показатели радиационной безопасности питьевой воды

Показатели	Нормативы (не больше), Бк/л	
	ГОСТ 2874-82	ГСанПиН
Общая объемная активность $\alpha$ -излучателей	—	0,1
Общая объемная активность $\beta$ -излучателей	—	1,0

Примечание: Для особых регионов нормативы радиационной безопасности питьевой воды согласовываются Главным государственным санитарным врачом Украины

Таблица 5

### Показатели физиологической полноценности минерального состава

Показатели, единицы измерения	Нормативы	
	ГОСТ 2874-82	ГСанПиН
Минерализация общая, мг/л	—	От 100,0 до 1000,0
Жесткость общая, мг-экв/л	—	От 1,5 до 7,0
Щелочность общая, мг-экв/л	—	От 0,5 до 6,5
Магний, мг/л	—	От 10,0 до 80,0
Фтор, мг/л	—	От 0,7 до 1,5

Таблица 6

**Требования к качеству питьевой воды при децентрализованном водоснабжении (Извлечение из “Санитарных правил по устройству и содержанию колодцев и каптажей родников, используемых для децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения”, №1226-75).**

#### 1. Органолептические показатели:

- запах, баллы,	не больше 2-3
- привкусы, баллы	не больше 2-3
- прозрачность, см	не меньше 30
- мутность, мг/дм <sup>3</sup>	не больше 1,5
- цветность, градусы	не больше 30
- температура, °С	8-12
- внешний вид	отсутствие видимых примесей

#### 2. Бактериологические показатели эпидемиологической безопасности:

- микробное число, КУО/см <sup>3</sup>	не больше 200-400
- коли-индекс, КУО/дм <sup>3</sup>	не больше 10

#### 3. Санитарно-химические показатели эпидемической безопасности:

- перманганатная окисляемость, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	не больше 4
- азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	не больше 0,1
- азот нитритов, мг/дм <sup>3</sup>	не больше 0,005

- азот нитратов, мг/дм <sup>3</sup>	не больше 10,0
- хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	не больше 350
4. Химико-органолептические показатели:	
- сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	1000 (1500)
- жесткость, мг-экв./дм <sup>3</sup> СаО	не более 10
- железо, мг/дм <sup>3</sup>	0,3 (1,0)
- сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	не более 500
5. Показатели безвредности по химическому составу:	
- фтор, мг/дм <sup>3</sup>	0,7-1,5
- нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	не более 45,0
- другие химические вещества в пределах предельно допустимых концентраций (ПДК) согласно СанПиН № 4630-88.	

### **Методика гигиеничной оценки качества воды по данным санитарного обследования и результатами лабораторного исследования (методика “чтения” анализа воды)**

Методика (алгоритм) “чтения” анализа воды состоит из 7 этапов.

На *первом этапе* устанавливают тип требований к качеству воды:

Первый тип — это требования к качеству питьевой водопроводной воды при централизованном хозяйственно-питьевом водоснабжении. Эта вода должна быть доброкачественной и отвечать показателям действующего стандарта (ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством”, ДСанПиН № 136/1940 “Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения”).

Второй тип - это требования к качеству колодезной (родниковой) воды. Она должна также быть доброкачественной и отвечать требованиям “Санитарных правил по устройству и содержанию колодцев и каптажей родников, используемых для децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения № 1226-75”.

Третий тип - это требования к качеству воды источников (подземных и поверхностных) централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Регламентируются ГОСТ 2761-84 “Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора”.

Четвертый тип - это требования к качеству горячей воды, которые должны отвечать требованиям «Санитарных правил проектирования и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения № 2270-80».

На *втором этапе* определяют задачи: сделать вывод о качестве питьевой водопроводной или колодезной воды, оценить качество и эффективность водоподготовки на сооружениях водопроводной станции, установить причину возникновения кариеса или флюороза у населения, установить причину развития метгемоглобинемии у детей и людей преклонного возраста, выяснить причину случая массового инфекционного заболевания, определиться относительно влияния на качество питьевой воды новых реагентов, которые используют на водопроводных станциях или новых полимерных материалов, из которых изготовлены конструкции водоочистных сооружений, водопроводные трубы и т.п..

На *третьем этапе* определяют программу и объем лабораторных исследований. Для вывода о качестве питьевой водопроводной воды (из крана или уличной водоразборной колонки) согласно ГОСТ 2874-82 должны быть исследованы физико-органолептические (запах, вкус и привкус, цветность, мутность) и санитарно-микробиологические (микробное число и коли индекс) показатели. Для вывода о качестве колодезной воды согласно “Санитарными правилами...” N 1226-75 исследуют физико-органолептические (запах, вкус и привкус, цветность, мутность), химико-органолептические (сухой остаток, общая жесткость, содержание железа, активная реакция), санитарно-микробиологические (микробное число и коли-индекс), санитарно-химические (перманганатная окисляемость, содержание азота нитратов, нитритов и аммиака), показатели безвредности по химическому составу (фториды, например). Для выяснения возможной причины кариеса или флюороза надо определить содержание фтора в питьевой воде, воднонитратной метгемоглобинемии - концентрацию нитратов, инфекционного заболевания - провести бактериологические или вирусологические исследования, влияние полимерных материалов - соответствующие химические анализы и прочее.

На *четвертом этапе* проверяют полноту представленных материалов и сроки выполнения исследований.

Если проба воды отобрана на водопроводной станции, из водоразборной колонки или шахтного колодца, должны быть приведены данные санитарного (санитарно-топографического, санитарно-технического, санитарно-эпидемиологического) обследования и результаты лабораторного исследования воды согласно программе исследований.

Если проба воды отобрана из водопроводного крана, должны быть приведены результаты лабораторного исследования воды согласно соответствующей программе исследований.

Бактериологические исследования должны быть проведены на протяжении 2 часов после отбора пробы или при условии хранения в холодильнике при 1-8 °С — не позднее, чем через 6 часов. Физико-химический анализ проводят на протяжении 4 часов после взятия пробы или при условии хранения в холодильнике при 1-8 °С — не позднее, чем через 48 часов.

На *пятом этапе* анализируют данные санитарного обследования и делают предварительные заключения: есть ли основания подозревать, что вода может быть загрязненной, некачественной, эпидемически опасной, или есть ли условия для загрязнения воды в источнике водоснабжения, колодце, водоразборной колонке.

На *шестом этапе* анализируют данные лабораторного исследования воды по каждой группе показателей в такой последовательности: 1) физико-органолептические, 2) химико-органолептические, 3) показатели безвредности по химическому составу, 4) санитарно-микробиологические и 5) санитарно-химические показатели эпидемической безопасности. При этом дают качественную и количественную оценку каждому показателю. Например, общая жесткость воды 9 мг-экв/л. В выводе указываем: “Вода жесткая, с общей жесткостью выше нормы 7 мг-экв/л”. Если сухой остаток воды 750 мг/л, то отмечаем: “Вода пресная, поскольку сухой остаток — до 1000 мг/л, повышенной минерализации”. Если запах - 2 балла, привкус - 2 балла, прозрачность - 30 см, мутность - 1,5 мг/л, цветность - 20 градусов, то вывод: “Вода без запаха, без привкусов, прозрачная, без цветная, т.е.

имеет приятные органолептические свойства и по этой группе показателей отвечает Госту 2874-82”.

На *седьмом этапе* врач делает общий вывод о качестве воды соответственно задаче и при необходимости дает рекомендации относительно улучшения ее качества.

## Тема 8

# ОСНОВНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ

### 1. Учебная цель

- 1.1. Усвоить основные методы очистки воды.
- 1.2. Научиться проводить коагуляцию воды из поверхностного источника водоснабжения.

### 2. Исходные знания и умения

#### 2.1. Знать:

2.1.1. Гигиеническую характеристику общепринятых и специальных методов улучшения качества питьевой воды, технических средств их осуществления на головных сооружениях водопроводов при централизованных системах водоснабжения.

2.1.2. Комплекс мероприятий по санитарному надзору за эксплуатацией головных сооружений водопровода (отдельных его элементов и водопроводной сети), а также колодцев, каптажей.

#### 2.2. Уметь:

2.2.2. Давать гигиеническую оценку разным методам улучшения качества воды и эффективности эксплуатации отдельных сооружений и средств, используемых с этой целью.

2.2.3. Разрабатывать комплекс мероприятий по улучшению качества воды и профилактики заболеваний, связанных с ее качеством.

### 3. Вопросы для самоподготовки

3.1. Источники и показатели загрязнения и эпидемической безопасности воды - органолептические, химические, бактериологические, их гигиеническая характеристика.

3.2. Сравнительная характеристика централизованного и децентрализованного водоснабжения.

3.3. Элементы водопровода при заборе воды из артезианских и поверхностных водоемов. Зоны санитарной охраны.

3.4. Общепринятые методы очистки воды при централизованном водоснабжении (коагуляция, отстаивание, фильтрация), их сущность и сооружения, применяемые с этой целью.

3.5. Методы обеззараживания воды, их классификация, гигиеническая характеристика.

3.6. Хлорирование воды, его методы и реагенты, используемые с этой целью. Недостатки хлорирования.

3.7. Обеззараживание воды озонированием и ультрафиолетовым облучением, их гигиеническая характеристика.

3.8. Специальные методы улучшения качества воды, их сущность и гигиеническая характеристика (опреснение, деферизация, дезодорация, дезактивация).

3.9. Методы санитарного надзора за централизованным водоснабжением (предупредительного и текущего). Виды лабораторного анализа воды - бактериологического, санитарно-химического (краткого и полного).

3.10. Санитарный надзор за местными системами водоснабжения. Устройство и эксплуатация шахтных колодцев, каптажей родников. “Санация” колодцев.

3.11. Методика чтения анализов и экспертная оценка питьевой воды.

## **МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ**

Использование природных вод открытых водоемов, а иногда и подземных вод в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения практически невозможно без предварительного улучшения свойств воды и ее обеззараживания. Чтобы качество воды соответствовало гигиеническим требованиям, применяют предварительную обработку, в результате которой вода освобождается от взвешенных частиц, запаха, привкуса, микроорганизмов и различных примесей.

Для улучшения качества воды применяются следующие методы: 1) очистка - удаление взвешенных частиц; 2) обеззараживание - уничтожение микроорганизмов; 3) специальные методы улучшения органолептических свойств воды, умягчение, удаление некоторых химических веществ, фторирование и др.

**Очистка воды.** Очистка является важным этапом в общем комплексе методов улучшения качества воды, так как улучшает ее физические и органолептические свойства. При этом в процессе удаления из воды взвешенных частиц удаляется и значительная часть микроорганизмов, в результате чего полная очистка воды позволяет легче и экономичнее осуществлять обеззараживание. Очистка осуществляется механическим (отстаивание), физическим (фильтрование) и химическим (коагуляция) методами.

**Отстаивание,** при котором происходит осветление и частичное обесцвечивание воды, осуществляется в специальных сооружениях — отстойниках. Используются две конструкции отстойников: горизонтальные и вертикальные. Принцип их действия состоит в том, то благодаря поступлению через узкое отверстие и замедленному протеканию воды в отстойнике основная масса взвешенных частиц оседает на дно. Процесс отстаивания в отстойниках различной конструкции продолжается в течение 2—8 ч. Однако мельчайшие частицы, в том числе значительная часть микроорганизмов, не успевают осесть. Поэтому отстаивание нельзя рассматривать как основной метод очистки воды.

**Фильтрация** — процесс более полного освобождения воды от взвешенных частиц, заключающийся в том, что воду пропускают через фильтрующий мелкопористый материал, чаще всего через песок с определенным размером частиц. Фильтруясь, вода оставляет на поверхности и в глубине фильтрующего материала взвешенные частицы. На водопроводных станциях фильтрация применяется после коагуляции.

В настоящее время начали применяться кварцево-антрацитовые фильтры, значительно увеличивающие скорость фильтрации.

Для предварительной фильтрации воды используются микрофильтры для улавливания зоопланктона — мельчайших водных животных и фитопланктона — мельчайших водных растений. Эти фильтры устанавливают перед местом водозабора или перед очистными сооружениями.

Коагуляция представляет собой химический метод очистки воды. Преимущество этого метода заключается в том, что он позволяет освободить воду от загрязнений, находящихся в виде взвешенных частиц, не поддающихся удалению с помощью отстаивания и фильтрации. Сущность коагуляции заключается в добавлении к воде химического вещества — коагулянта, способного реагировать с находящимися в ней бикарбонатами. В результате этой реакции образуются крупные, довольно тяжелые хлопья, несущие положительный заряд. Оседая вследствие собственной тяжести, они увлекают за собой находящиеся в воде во взвешенном состоянии частицы загрязнений, заряженные отрицательно, и тем самым способствуют довольно быстрой очистке воды. За счет этого процесса вода становится прозрачной, улучшается показатель цветности.

В качестве коагулянта в настоящее время наиболее широко применяется сульфат алюминия, образующий с бикарбонатами воды крупные хлопья гидрата окиси алюминия. Для улучшения процесса коагуляции используются высокомолекулярные флокулянты: щелочной крахмал, флокулянты ионного типа, активизированная кремневая кислота и другие синтетические препараты, производные акриловой кислоты, в частности полиакриламид (ПАА).

**Обеззараживание.** Уничтожение микроорганизмов является последним завершающим этапом обработки воды, обеспечивающим ее эпидемиологическую безопасность. Для обеззараживания воды применяются химические (реагентные) и физические (безреагентные) методы. В лабораторных условиях для небольших объемов воды может быть использован механический метод.

Химические (реагентные) методы обеззараживания основаны на добавлении к воде различных химических веществ, вызывающих гибель находящихся в воде микроорганизмов. Эти методы достаточно эффективны. В качестве реагентов могут быть использованы различные сильные окислители: хлор и его соединения, озон, йод, перманганат калия, некоторые соли тяжелых металлов, серебро.

В санитарной практике наиболее надежным и испытанным способом обеззараживания воды является хлорирование. На водопроводных станциях оно производится при помощи газообразного хлора и растворов хлорной извести. Кроме этого, могут использоваться такие соединения хлора, как гипохлорат натрия, гипохлорит кальция, двуокись хлора.

Механизм действия хлора заключается в том, что при добавлении его к воде он гидролизуется, в результате чего происходит образование хлористоводородной и хлорноватистой кислот:



Хлорноватистая кислота в воде диссоциирует на ионы водорода (H) и гипохлоритные ионы (OCl), которые наряду с диссоциированными молекулами хлорноватистой кислоты обладают бактерицидным свойством. Комплекс (HOCl + OCl) называется свободным активным хлором.

Бактерицидное действие хлора осуществляется главным образом за счет хлорноватистой кислоты, молекулы которой малы, имеют нейтральный заряд и



поэтому легко проходят через оболочку бактериальной клетки. Хлорноватистая кислота воздействует на клеточные ферменты, в частности на SH-группы, нарушает обмен веществ микробных клеток и способность микроорганизмов к размножению. В последние годы установлено, что бактерицидный эффект хлора основан на угнетении ферментов-катализаторов, окислительно-восстановительных процессов, обеспечивающих энергетический обмен бактериальной клетки.

Обеззараживающее действие хлора зависит от многих факторов, среди которых доминирующими являются биологические особенности микроорганизмов, активность действующих препаратов хлора, состояние водной среды и условия, в которых производится хлорирование.

Процесс хлорирования зависит от стойкости микроорганизмов. Наиболее устойчивыми являются спорообразующие. Среди неспорных отношение к хлору различное, например, брюшнотифозная палочка менее устойчива, чем палочка паратифа и т. д. Важным является массивность микробного обсеменения: чем она выше, тем больше хлора нужно для обеззараживания воды. Эффективность обеззараживания зависит от активности используемых хлорсодержащих препаратов. Так, газообразный хлор более эффективен, чем хлорная известь.

Большое влияние на процесс хлорирования оказывает состав воды; процесс замедляется при наличии большого количества органических веществ, так как большее количество хлора уходит на их окисление, и при низкой температуре воды. Существенным условием хлорирования является правильный выбор дозы. Чем выше доза хлора и чем продолжительнее его контакт с водой, тем более высоким будет обеззараживающий эффект.

Хлорирование производится после очистки воды и является заключительным этапом ее обработки на водопроводной станции. Иногда для усиления обеззараживающего эффекта и для улучшения коагуляции часть хлора вводят вместе с коагулянт, а другую часть, как обычно, после фильтрации. Такой метод называется двойным хлорированием.

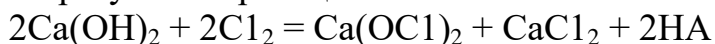
Различают обычное хлорирование, т. е. хлорирование нормальными дозами хлора, которые устанавливаются каждый раз опытным путем, суперхлорирование, т. е. хлорирование повышенными дозами.

Хлорирование нормальными дозами применяется в обычных условиях на всех водопроводных станциях. При этом большое значение имеет правильный выбор дозы хлора, что обуславливается степенью хлорпоглощаемости воды в каждом конкретном случае.

Для достижения полного бактерицидного эффекта определяется оптимальная доза хлора, которая складывается из количества активного хлора, которое необходимо для: а) уничтожения микроорганизмов; б) окисления органических веществ, а также количества хлора, которое должно остаться в воде после ее хлорирования для того, чтобы служить показателем надежности хлорирования. Это количество называется активным остаточным хлором. Его норма 0,3—0,5 мг/л, при свободном хлоре 0,8—1,2 мг/л. Необходимость нормирования этих количеств связана с тем, что при наличии остаточного хлора менее 0,3 мг/л его может быть недостаточно для обеззараживания воды, а при дозах выше 0,5 мг/л вода приобретает неприятный специфический запах хлора.

Главными условиями эффективного хлорирования воды являются перемешивание ее с хлором, контакт между обеззараживанием водой и хлором в течение 30 мин в теплое время года и 60 мин в холодное время.

На крупных водопроводных станциях для обеззараживания воды применяется газообразный хлор. Для этого жидкий хлор, доставляемый на водопроводную станцию в цистернах или баллонах, перед применением переводится в газообразное состояние в специальных установках-хлораторах, с помощью которых обеспечиваются автоматическая подача и дозирование хлора. Наиболее часто хлорирование воды производится 1% раствором хлорной извести. Хлорная известь представляет собой продукт взаимодействия хлора и гидрата окиси кальция в результате реакции:



Суперхлорирование (гиперхлорирование) воды проводится по эпидемиологическим показаниям или в условиях, когда невозможно обеспечить необходимый контакт воды с хлором (в течение 30 мин). Обычно оно применяется в военно-полевых условиях, экспедициях и других случаях и производится дозами, в 5—10 раз превышающими хлорпоглощаемость воды, т. е. 10—20 мг/л активного хлора. Время контакта между водой и хлором при этом сокращается до 15—10 мин. Суперхлорирование имеет ряд преимуществ. Основными из них являются значительное сокращение времени хлорирования, упрощение его техники, так как нет необходимости определять остаточный хлор и дозу, и возможность обеззараживания воды без предварительного освобождения ее от мути и осветления. Недостатком гиперхлорирования является сильный запах хлора, но его можно устранить добавлением к воде тиосульфата натрия, активированного угля, сернистого ангидрида и других веществ (дехлорирование).

На водопроводных станциях иногда проводят хлорирование с преаммонизацией. Этот метод применяется в тех случаях, когда обеззараживаемая вода содержит фенол или другие вещества, которые придают ей неприятный запах. Для этого в обеззараживаемую воду вначале вводят аммиак или его соли, а затем через 1—2 мин хлор. При этом образуются хлорамины, обладающие сильным бактерицидным свойством.

К химическим методам обеззараживания воды относится озонирование. Озон является нестойким соединением. В воде он разлагается с образованием молекулярного и атомарного кислорода, с чем связана сильная окислительная способность озона. В процессе его разложения образуются свободные радикалы  $\text{OH}$  и  $\text{HO}_2$ , обладающие выраженными окислительными свойствами. Озон обладает высоким окислительно-восстановительным потенциалом, поэтому его реакция с органическими веществами, находящимися в воде, происходит более полно, чем у хлора. Механизм обеззараживающего действия озона аналогичен действию хлора: являясь сильным окислителем, озон повреждает жизненно важные ферменты микроорганизмов и вызывает их гибель. Имеются предположения, что он действует как протоплазматический яд.

Преимущество озонирования перед хлорированием заключается в том, что при этом способе обеззараживания улучшаются вкус и цвет воды, поэтому озон может быть использован одновременно для улучшения ее органолептических свойств. Озонирование не оказывает отрицательного влияния на минеральный

состав и рН воды. Избыток озона превращается в кислород, поэтому остаточный озон не опасен для организма и не влияет на органолептические свойства воды. Контроль за озонированием менее сложен, чем за хлорированием, так как озонирование не зависит от таких факторов, как температура, рН воды и т.д. Для обеззараживания воды необходимая доза озона в среднем равна 0,5—6 мг/л при экспозиции 3—5 мин. Озонирование производится при помощи специальных аппаратов — озонаторов.

При химических способах обеззараживания воды используют также олигодинамические действия солей тяжелых металлов (серебра, меди, золота). Олигодинамическим действием тяжелых металлов называется их способность оказывать бактерицидный эффект в течение длительного срока при крайне малых концентрациях. Механизм действия заключается в том, что положительно заряженные ионы тяжелых металлов вступают в воде во взаимодействие с микроорганизмами, имеющими отрицательный заряд. Происходит электроадсорбция, в результате которой они проникают в глубь микробной клетки, образуя в ней альбуминаты тяжелых металлов (соединения с нуклеиновыми кислотами), в результате чего микробная клетка погибает. Данный метод обычно применяется для обеззараживания небольших количеств воды.

Перекись водорода давно известна как окислитель. Ее бактерицидное действие связано с выделением кислорода при разложении. Метод применения перекиси водорода для обеззараживания воды в настоящее время еще полностью не разработан.

Химические, или реагентные, способы обеззараживания воды, основанные на добавлении к ней того или иного химического вещества в определенной дозе, имеют ряд недостатков, которые заключаются главным образом в том, что большинство этих веществ отрицательно влияет на состав и органолептические свойства воды. Кроме того, бактерицидное действие этих веществ проявляется после определенного периода контакта и не всегда распространяется на все формы микроорганизмов. Все это явилось причиной разработки физических методов обеззараживания воды, имеющих ряд преимуществ по сравнению с химическими. Безреагентные методы не оказывают влияния на состав и свойства обеззараживаемой воды, не ухудшают ее органолептических свойств. Они действуют непосредственно на структуру микроорганизмов, вследствие чего обладают более широким диапазоном бактерицидного действия. Для обеззараживания необходим небольшой период времени.

Наиболее разработанным и изученным в техническом отношении методом является облучение воды бактерицидными (ультрафиолетовыми) лампами. Наибольшим бактерицидным свойством обладают УФ лучи с длиной волны 200—280 нм; максимум бактерицидного действия приходится на длину волны 254—260 нм. Источником излучения служат аргонно-ртутные лампы низкого давления и ртутно-кварцевые лампы. Обеззараживание воды наступает быстро, в течение 1—2 мин. При обеззараживании воды УФ-лучами погибают не только вегетативные формы микробов, но и споровые, а также вирусы, яйца гельминтов, устойчивые к воздействию хлора. Применение бактерицидных ламп не всегда возможно, так как на эффект обеззараживания воды УФ-лучами влияют мутность, цветность воды,

содержание в ней солей железа. Поэтому, прежде чем обеззараживать воду таким способом, ее необходимо тщательно очистить.

Из всех имеющихся физических методов обеззараживания воды наиболее надежным является кипячение. В результате кипячения в течение 3—5 мин погибают все имеющиеся в ней микроорганизмы, а после 30 мин вода становится полностью стерильной. Несмотря на высокий бактерицидный эффект, этот метод не находит широкого применения для обеззараживания больших объемов воды. Недостатком кипячения является ухудшение вкуса воды, наступающего в результате улетучивания газов, и возможность более быстрого развития микроорганизмов в кипяченой воде.

К физическим методам обеззараживания воды относится использование импульсного электрического разряда, ультразвука и ионизирующего излучения. В настоящее время эти методы широкого практического применения не находят.

### **Ионизирующее излучение**

Обладает сильным обеззараживающим эффектом и высокой проникающей способностью. Не зависит от цветности, мутности и прочих физико-химических показателей воды. Результативность определяется дозой:

2500-5000 Р — гибнут бактерии;

10000 Р — разрушаются вирусы.

Облучение вызывает несовместимые с жизнью изменения на молекулярном уровне. Попутно в результате радиолитического разложения воды образуются свободные радикалы, усугубляющие бактерицидный эффект.

Метод дешев, но потенциально опасен для обслуживающего персонала. Требуется строгое соблюдение правил техники безопасности.

### **Обратный осмос**

Используется мембрана с ячейками размером от 0,0001 до 0,001 мкм. Она называется полупроницаемой, поскольку пропускает только молекулы воды и некоторые другие, равные им по размеру.

Более крупные отсеиваются, среди них:

вся микрофлора, включая наиболее мелкую;

органические соединения;

ионы натрия;

соли жесткости, нитраты, сульфаты;

красители;

железо и тяжелые металлы.

Очищенная вода является практически дистиллированной. Считается, что ее употребление в качестве питьевой вредит здоровью, поэтому прибегают к искусственной минерализации.

Вода движется сквозь мембрану под действием давления в 3 атм. Без него направление было бы обратным — в сторону раствора с большей концентрацией солей. Такая диффузия называется осмосом. Мембрана быстро засоряется. Чтобы продлить срок ее службы, воду подвергают предварительной очистке более грубыми методами.

### Комбинированные методы улучшения качества воды

Для достижения максимального результата некоторые из перечисленных способов применяют совместно. Например, сочетают следующие химические реагенты:

1. Хлор и перекись водорода либо озон.
2. Серебро и медь.
3. Перекись водорода и озон.

В результате снижаются дозировки, сокращается время обработки.

Примеры сочетаний физических методов:

1. Ультрафиолетовое облучение и обработка высокочастотным звуком.
2. Разные виды электрического воздействия.
3. Кипячение с ионизирующим облучением или высокочастотным звуком.

### Специальные способы улучшения качества воды

Помимо основных методов очистки и обеззараживания воды, в некоторых случаях возникает необходимость производить специальную ее обработку. В основном эта обработка направлена на улучшение минерального состава воды и ее органолептических свойств.

Дезодорация — удаление посторонних запахов и привкусов. Необходимость проведения такой обработки обуславливается наличием в воде запахов, связанных с жизнедеятельностью микроорганизмов, грибов, водорослей, продуктов распада и разложения органических веществ. С этой целью применяются такие методы, как озонирование, углевание, хлорирование, обработка воды перманганатом калия, перекисью водорода, фторирование через сорбционные фильтры, аэрация.

Дегазация воды — удаление из нее растворенных дурно пахнущих газов. Для этого применяется аэрация, т. е. разбрызгивание воды на мелкие капли в хорошо проветриваемом помещении или на открытом воздухе, в результате чего происходит выделение газов.

Умягчение воды — полное или частичное удаление из нее катионов кальция и магния. Умягчение проводится специальными реагентами или при помощи ионообменного и термического методов.

Цель обработки — удаление ионов кальция и магния. Их соли кристаллизуются при температуре от  $+80^{\circ}\text{C}$  и образуют рыхлый налет — накипь.

Умягчение производят такими способами:

- нагревом;
- ионным обменом;
- с помощью реагентов.

В последнем случае чаще всего используют известь и соду. Реагенты вводят последовательно. Известь взаимодействует с солями кальция и магния и превращает их в нерастворимые карбонаты. Затем вводят соду для преобразования и осаждения сульфата калия. Отфильтрованные нерастворимые вещества нельзя сбрасывать в естественный водоем.

Нагрев позволяет умягчить воду без изменения состава. Но он действует только на бикарбонатные соли. Они кристаллизуются и оседают на стенках резервуара.

Принцип действия ионного обмена состоит в замещении кальция и магния ионами натрия. Для этого воду пропускают через измельченную смолу. Этот же способ применяется для удаления марганца, железа, прочих металлов и органики.

Опреснение (обессоливание) воды чаще производится при подготовке ее к промышленному использованию. Первый метод предназначен для обработки морской воды. В результате концентрация солей в ней снижается до 1000 мг/л. Такую воду можно пить и использовать для приготовления пищи.

С помощью обессоливания готовят теплоноситель для систем отопления. При использовании обыкновенной воды теплообменник котла быстро зарастает накипью. Для предотвращения этого соли полностью удаляют из воды.

Используют методы:

- дистилляции;
- ионного обмена;
- электролиза;
- обратного осмоса.

Первый способ состоит в нагреве воды с последующей конденсацией пара.

В процессе электролиза положительно и отрицательно заряженные ионы солей перемещаются к электродам, подключенным к источнику постоянного напряжения. Резервуар делят 2 полупроницаемыми мембранами на 3 части. В крайних находятся электроды, в среднем получают раствор нужной концентрации.

Частичное опреснение воды осуществляется для снижения содержания в ней солей до тех величин, при которых воду можно использовать для питья (ниже 1000 мг/л). Опреснение достигается дистилляцией воды, которая производится в различных опреснителях (вакуумные, многоступенчатые, гелиотермические), ионитовых установках, а также электрохимическим способом и методом вымораживания.

Обезжелезивание — удаление из воды железа производится аэрацией с последующим отстаиванием, коагулированием, известкованием, катионированием. В настоящее время разработан метод фильтрования воды через песчаные фильтры. При этом закисное железо задерживается на поверхности зерен песка.

Метод применяют для обработки воды из подземных источников. Часто она содержит избыток железа в виде двууглекислых солей, придающих жидкости неприятный вкус и формирующих осадок на трубах. При контакте с воздухом такие соединения превращаются в нерастворимые гидраты окиси, которые можно удалить отстаиванием или фильтрованием.

Аэрацию осуществляют 2 способами:

- компрессором;
- при помощи градирни.

Попутно удаляются сероводород и свободная углекислота.

Обесфторивание — освобождение природных вод от избыточного количества фтора. С этой целью применяют метод осаждения, основанный на сорбции фтора осадком гидроокиси алюминия.

При недостатке в воде фтора ее фторируют. В случае загрязнения воды радиоактивными веществами ее подвергают дезактивации, т. е. удалению радиоактивных веществ.

Традиционные и новейшие методы улучшения качества воды позволяют даже самую грязную жидкость сделать пригодной к употреблению, в т.ч. в полевых условиях. Достигается высокий уровень очистки вплоть до дистилляции. Наибольшее распространение получили способы, результативность которых можно оперативно проверить.

## Тема 9

### *Тематический контроль 2*

#### **«САНИТАРНАЯ ОХРАНА ПОЧВЫ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ. МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ».**

При подготовке к Тематическому контролю № 2 – «Санитарная охрана почвы. Водоснабжение. Оценка показателей качества питьевой воды. Методы улучшения качества воды» студентам необходимо повторить теоретический материал, а также практические и лабораторные работы к Темам - № 6-8, аналогичные Темы из «Сборника ситуационных задач» и тестовые задания из «Сборника тестов». Оформить протоколы по требованиям и подготовить индивидуально презентацию тех материалов, которые указал преподаватель.



## Тема 10

# ВИДЫ ПИТАНИЯ. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

### 1. Учебная цель

Овладеть методикой изучения и оценки пищевого статуса человека как средства выявления и профилактики нарушений здоровья алиментарного происхождения.

### 2. Исходные знания и умения

#### 2.1. Знать:

2.1.1. Принципы и условия рационального питания.

2.1.2. Методы оценки фактического питания различных социально-профессиональных и возрастно-половых групп населения.

2.1.3. Методику изучения и оценки пищевого статуса как комплексного медицинского контроля за питанием организованных коллективов и отдельных личностей.

#### 2.2. Уметь:

2.2.1. Выявлять и оценивать признаки неадекватности питания индивида и однородных за режимом дня и питанием организованных коллективов за соматоскопическими, соматометрическими, физиометрическими, клиническими и биохимическими показателями.

2.2.2. Распознавать нарушения здоровья и заболевания алиментарного происхождения.

### 3. Вопросы для самоподготовки

3.1. Понятия, принципы и условия рационального питания.

3.2. Определение и показатели пищевого статуса организма.

3.3. Показатели энергетической и пластичной адекватности пищевого статуса (массо-ростовой показатель Брока, Кребса, индекс Кетле, толщина кожно-жировой складки и другие).

3.4. Показатели белковой адекватности пищевого статуса организма.

3.5. Показатели жировой, углеводной адекватности пищевого статуса организма. Признаки обеспечения организма непищевыми углеводами.

3.6. Признаки и показатели обеспечения организма макроэлементами, микроэлементами и витаминами.

3.7. Биохимические показатели пищевого статуса организма.

3.8. Методика медицинской оценки пищевого статуса человека.

### 4. Структура и содержание занятия

Занятие лабораторное. На первой половине занятия (на протяжении 45 мин.), после проверки выполнения студентами заданий для самоподготовки путем опроса студентов и объяснений преподавателя рассматриваются теоретические вопросы темы (методы и показатели медицинской оценки пищевого статуса индивида или питания коллектива с одинаковым режимом дня). На второй половине занятия каждый студент проводит оценку пищевого статуса по комплексу показателей (соматоскопических, соматометрических, физиологических, клинических, биохимических), которые приведены в ситуационных задачах кафедры или определяют их друг на друге.

На основании этих показателей каждый студент проводит оценку пищевого статуса и составляет соответствующие оздоровительные рекомендации. На заключительном этапе занятия 3–4 студента докладывают результаты выполненной работы.

Для закрепления полученных знаний целесообразно поручить каждому студенту обследовать и оценить пищевой статус одного из больных его личной курации (на кафедре терапии, хирургии или другой). Студент предоставляет преподавателю описание пищевого статуса больного, за что получает оценку.

## **5. Рекомендованная литература.**

### *Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены / Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др./ Под ред. Е.И. Гончарука. – К.: Высшая школа, 1995. – С. 434-458.
2. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др./ – К.: Высшая школа, 2000. – С. 512-538.
3. Даценко И.И., Габович Р.Д. Профилактическая медицина: Общая гигиена с основами экологии. – К.: Здоровье, 1999. – С. 313-353.
4. Общая гигиена. Пособие для практических занятий. /И.И. Даценко, О.Б. Денисюк, С.Л. Долошицкий / Под ред И.И. Даценко. – Львов: Мир, 1992. – С. 90-93.
5. Циприян В.И., Велика Н.В., Яковенко В.Г. Методика оценки пищевого статуса человека и адекватности индивидуального питания. / Учебно-методическое пособие. – Киев, 1999. – С. 3-11; 16-30.
6. Лекции по теме занятия.

### *Дополнительная:*

7. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена. – К.: Высшая школа, 1983. – С. 134-155; 252-254.
8. Гигиена питания с основами нутрициологии. Учебник /В.И. Циприян, Т.И. Анистратенко, Т.Н. Билко и др. / Под ред. В.И. Циприяна. – К.: Здоровье, 1999. - С. 51-57.
9. Даценко И.И., Габович Р.Д. Основы общей и тропической гигиены. /К.: Здоровье, 1995. – С. 59-65.

## **6. Оснащение занятия**

1. Сантиметровая лента.

2. Весы для измерения массы тела.
3. Номограмма В.И.Воробьева для определения роста-массового показателя.
4. Ручной и становой динамометры.
5. Антропометр.
6. Толстотный или скользящий циркуль.
7. Таблица: Клинические признаки нутриентной недостаточности.

8. Задание студентам для самостоятельной работы (определение и оценка пищевого статуса друг на друге).

### **Рациональное (полноценное) питание и условия его обеспечения**

**Рациональное питание** – это полноценное в количественном и сбалансированное в качественном отношении питание, которое обеспечивает нормальный рост, физическое и психофизиологическое развитие организма, его высокую работоспособность, активное долголетие и стойкость к неблагоприятным природным, техногенным, социальным факторам окружающей среды.

Рациональное питание должно отвечать таким основным принципам:

1. Быть полноценным в количественном отношении, то есть по энергетической ценности (калорийности) суточного рациона отвечать энергетическим расходам организма с учетом части рациона, которая не усваивается.

2. Обеспечивать качественную полноценность (сбалансированность) рациона, то есть оптимальное содержание в нем всех пищевых веществ в оптимальных количествах и соотношении – белков, жиров (в том числе животных), углеводов (в том числе сахаров, клетчатки, пищевых волокон), витаминов, макро-, микроэлементов, вкусовых веществ.

3. Придерживаться рационального режима питания: часы принятия пищи должны отвечать биологическим ритмам организма; количество приемов пищи должно быть 3-4 раза для взрослых, 5-6 раз для детей в зависимости от возраста; интервалы между приемами пищи должны быть соответственно 5-6 часов для взрослых и 3-4 часа для детей. Распределение суточного рациона по отдельным приемам пищи должно отвечать физиологическим потребностям организма: в утреннюю, обеденную пору (период физической активности организма) энергетическая ценность должна быть соответственно 30-35 % и 45-50 %, по окончании активного периода суток вечером – 20-25 %.

4. Готовая пища должна отвечать ферментным возможностям пищеварительной системы. С этой целью подготовка продуктов и их кулинарная обработка должны обеспечивать хорошие вкусовые качества, высокую питательность, удобоваримость и высокую усвояемость пищи.

5. Пища должна быть безвредной в токсическом отношении, то есть в продуктах, готовых блюдах не должно быть токсичных веществ во вредных для организма концентрациях.

6. Пища должна быть безопасной в эпидемическом отношении: в ней должны отсутствовать возбудители инфекционных заболеваний с алиментарным

механизмом передачи – бактерии, вирусы, грибки, простейшие, зародыши гео- и биогельминтов.

Нарушение каждого из этих принципов может привести к снижению уровня здоровья отдельного человека или организованного коллектива, возникновению заболеваний алиментарного происхождения.

Среди этих заболеваний выделяют следующие:

- заболевания, связанные с голоданием, количественным и качественным недоеданием (маразм, квашиоркор, гиповитаминозы, авитаминозы и другие);
- заболевание, связанные с перееданием (ожирение, подагра, гепатиты, холециститы, панкреатиты, желчно-каменная болезнь и другие);
- заболевания, связанные с нарушением режима питания (гастриты, язвы желудка, 12-перстной кишки, копростаз и другие);
- заболевание, связанные с нарушением кулинарной обработки продуктов (гастриты, язвенная болезнь, гиповитаминозы и другие);
- пищевые отравления: микробной природы (токсикоинфекции, бактериальные токсикозы, микотоксикозы), немикробной этиологии (продуктами, ядовитыми по своей природе; продуктами, которые стали ядовитыми в результате нарушения правил хранения; продуктами, загрязненными ядовитыми веществами (пестицидами, солями тяжелых металлов и другими);
- кишечные бактериальные, вирусные, зоонозные инфекции (брюшной тиф, паратиф А, В, дизентерия; гепатит А, полиомиелит, энтеровирусы; бруцеллез, ящур, туберкулез и другие); гео- и биогельминтозы (аскариды, власоглав, бычий, свиной солитер, трихинелла, рыбий солитер, сосальщики и другие);
- поражение продуктами, загрязненными средствами массового поражения в современной войне – радиоактивными продуктами ядерных взрывов (РВ), боевыми отравляющими веществами (ОВ), особо опасными бактериальными средствами (БС).

Отсюда понятна необходимость постоянного медицинского контроля за полноценностью и безопасностью питания как отдельного человека, так и организованных коллективов.

Среди методов такого контроля выделяют:

- изучение и оценку пищевого статуса контролируемых людей;
- выявление алиментарных заболеваний;
- определение или расчет энергетических затрат и потребностей в пищевых веществах;
- оценку фактического питания анкетно-опросным, бюджетным, весовым, лабораторным методами, расчетными методами оценки калорийности и нутриентного состава суточного рациона.

### **Пищевой статус организма и методика его изучения**

Под **пищевым статусом** понимают физиологическое состояние организма, обусловленное его питанием. Пищевой статус определяют: соотношением массы тела с возрастом, полом, конституцией человека, биохимическими показателями обмена веществ, наличием признаков алиментарных и алиментарно-обусловленных расстройств и заболеваний.

Изучение пищевого статуса человека или организованного коллектива с одинаковой физической, эмоциональной нагрузкой и одинаковым питанием позволяет объективно оценить это питание и своевременно выявить алиментарно-обусловленные нарушения здоровья и заболевания (энергетически-белковую, витаминную, макро-, микроэлементную недостаточность и др.). Поэтому наряду с определением энергетических затрат и полноценности суточного рациона оценка пищевого статуса является одним из первых и основных методов медицинского контроля за питанием разных половозрастных и социально-профессиональных групп населения.

В классификации пищевого статуса выделяют несколько категорий:

1. Оптимальный, при котором физиологическое состояние организма и масса тела человеку отвечают его росту, возрасту, полу, тяжести, интенсивности и напряженности выполняемой работы.

2. Избыточный, обусловленный наследственной склонностью, недостаточными физическими нагрузками, перееданием. Он характеризуется увеличением массы тела, ожирением, которое бывает четырех степеней (I – масса тела за счет жировых отложений больше на 15-20% нормальной массы тела; II – на 30-49%; III – на 50-99%; IV – на 100% и больше);

3. Недостаточный, когда масса тела отстает от возраста и роста, обусловленный недоеданием (количественным и качественным), тяжелым и интенсивным физическим трудом, психоэмоциональным напряжением и тому подобное.

Кроме приведенных выше профессор П.Е. Калмыков выделяет дополнительно такие категории пищевого статуса:

4. Предболезненный (преморбидный), обусловленный, кроме названного выше, теми или другими нарушениями физиологического состояния организма, или выраженными дефектами в рационе (энергетическая, белковая, жировая, витаминная, макро-, микроэлементная недостаточность);

5. Болезненный – похудение, обусловленное болезнью, голоданием (значительными дефектами в рационе – количественными и качественными). Голодание может проявляться в двух формах – кахексии (сильное похудение, маразм) и отежной (квашиоркор), обусловленной в первую очередь отсутствием в рационе белков. Витаминное голодание – в авитаминозах (цинга, бери-бери, рахит и других), дефициты других нутриентов – в соответствующих видах патологии.

Изучение пищевого статуса человека или коллектива, характеризующимся однородным питанием и режимом труда, проводится по целому комплексу показателей - субъективных (анкеты, опросы) и объективных.

Анкетно-опросные данные должны включать следующую информацию:

- паспортные данные, пол, возраст, профессию;
- вредные привычки (курение, употребление алкоголя, наркотиков);
- условия труда (вид трудовой деятельности, тяжесть и напряженность труда, характер и выраженность профессиональных вредностей – физических, химических, биологических, перенапряжения отдельных органов и систем);
- условия быта, степень и качество коммунального обслуживания, занятия физической культурой, спортом (вид, регулярность занятий), экономические возможности семьи или организованного коллектива;

- характер питания за один – три дня: количество приемов пищи, время и место приема, перечень блюд, продуктов, их масса, качество кулинарной обработки.

Среди объективных показателей наиболее информативными и важными являются:

**1. Соматоскопические:** осмотр тела человека или (избирательно) группы людей исследуемого коллектива позволяет выявить целый ряд признаков, которые количественно и качественно характеризуют их питание.

При общем осмотре тела определяют конституционный тип (нормо-, гипо-, гиперстеник), гармоничность телосложения, деформации скелета, ребер, плоскостопие, искривление ног (как признаки перенесенного рахита), упитанность (норма, похудение, ожирение), бледность, синюшность кожи, слизистых оболочек, ногтей, их деформации, ломкость как признаки белковой, витаминной, микроэлементной недостаточности в питании. При осмотре слизистых оболочек глаз можно выявить ксероз, кератомалицию, блефарит, конъюнктивит, светобоязнь как признаки гиповитаминоза А и другие.

**2. Соматометрические:** измерение длины (рис.23.5), массы тела, окружности грудной клетки, плеча, поясницы, таза, бедра, толщина кожно-жировой складки (рис.23.3) - под нижним углом лопатки, на задней стороне середины плеча, на боковой поверхности грудной клетки, живота.

На основании этих измерений рассчитывают массо-ростовые показатели:

2.1. Индекс Брока – нормальная масса тела (МТ) в кг должна соответствовать росту (Р) в см минус 100 (105 или 110):

у мужчин: при росте 155-165 см	$MT = P - 100$
при росте 166-175 см	$MT = P - 105$
при росте более 175 см	$MT = P - 110$

У женщин во всех случаях масса тела должна быть меньше на 5 %, чем у мужчин.

2.2. Нормальная масса тела также может быть определена специальным номографом (рис. 1) и по номограмме В.И. Воробьева (рис. 2).

На левой шкале “Н” находят точку, которая соответствует росту (см), а на правой шкале “В” окружность грудной клетки (см). Эти точки соединяют прямой линией, а на средней шкале “Р” находят массу тела  $P_1$  (в кг). Дальше, проводят от точки роста на шкале “Н” горизонтальную черту к шкале Р и определяют “идеальную” массу тела. Нормальная масса тела  $P_H$  определяется как среднее арифметическое  $P_1$  и  $P_2$ :  $P_H = \frac{P_1 + P_2}{2}$ .

2.3. Идеальная (нормальная, рекомендованная) масса тела для мужчин и женщин 25-30 лет может быть определена также по таблице 1.

2.4. Массо-ростовой индекс Кетле – биомасс-индекс (БМИ) рассчитывают за формулой:  $БМИ = \frac{MT}{P^2}$ ,

где: МТ – масса тела, кг; Р – рост, м.

Оценка состояния питания по величине БМИ, согласно рекомендаций ВОЗ, приведена в таблице 2.

2.5. Максимально допустимую массу тела в зависимости от возраста, пола и роста находят по таблице 3.

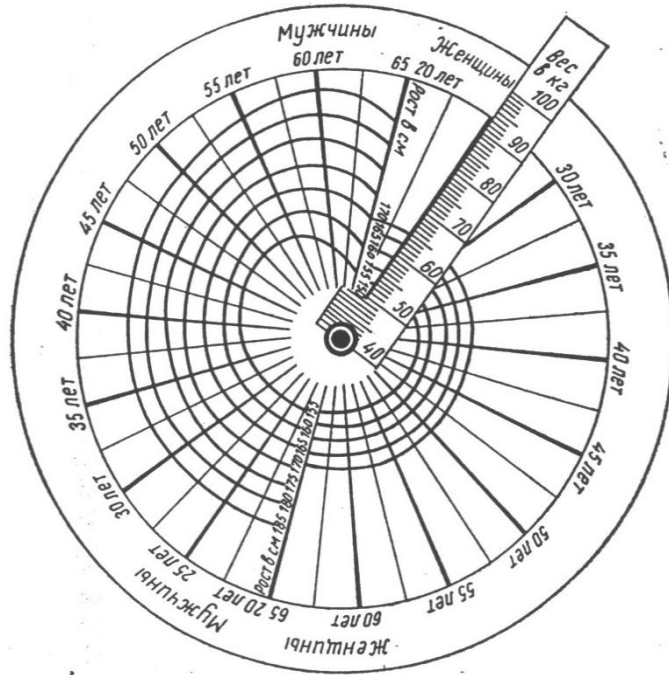


Рис. 1. Номограф для определения нормальной массы тела.

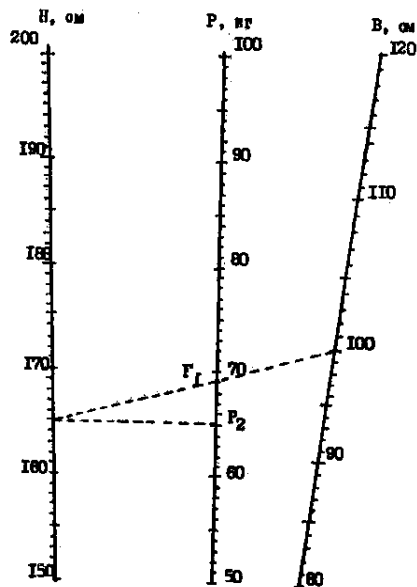


Рис. 2. Номограмма для определения нормальной массы тела (по Воробьеву В.И.)

Таблица 1

## Идеальная масса тела мужчин и женщин в зависимости от роста, кг

Рост, см	Мужчины			Рост, см	Женщины		
	астени- ки	нормо- стеники	гипер- стеники		астени- ки	нормо- стеники	гипер- стеники
155,0	49,3	56,0	62,2	152,5	47,8	54,0	59,0
157,5	51,7	58,0	64,0	155,0	49,2	55,2	61,6
160,0	53,5	60,0	66,0	157,5	50,8	57,0	63,1
162,5	55,3	61,7	68,0	160,0	52,1	58,58	64,8
165,0	57,1	63,5	69,5	162,5	53,8	60,1	66,3
167,6	59,3	65,8	71,8	165,0	55,3	61,8	67,8
170,0	60,5	67,8	73,8	167,5	56,6	63,0	69,0
172,5	63,3	69,7	76,8	170,0	57,8	64,0	70,0
175,0	65,3	71,7	77,8	172,5	59,0	65,2	71,2
175,5	67,3	73,8	79,8	175,0	60,3	66,5	72,5
180,0	68,9	75,2	81,2	177,5	61,5	67,7	73,7
182,5	70,9	77,2	83,6	180,0	62,7	68,9	74,9
185,0	72,8	79,8	85,2				

Примечание: в возрасте свыше 30 лет допускается увеличение массы тела от 2,5 кг до 5 кг у женщин, от 2,5 до 6 кг у мужчин

Таблица 2

## Оценка состояния питания по биомасс-индексу (БМИ)

Биомасс-индекс Кетле		Оценка состояния питания
Женщины	Мужчины	
< 16	< 16	Гипотрофия III ст.
16–17,99	16–16,99	Гипотрофия II ст.
18–20	17–18,49	Гипотрофия I ст.
20,1–24,99	18,5–23,8	Диапазон изменений при адекватном питании
22,0	20,8	Оптимальная средняя величина адекватного питания
25–29,99	23,9–28,5	Ожирение I ст.
30–39,99	28,6–38,99	Ожирение II ст.
>40	>39	Ожирение III ст.



Таблица 3

**Максимальная допустимая масса тела по возрастным группам  
в зависимости от пола, возраста и роста, кг**

Рост, см	Масса тела по возрастным группам, кг									
	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
148	50,8	48,4	55,0	52,3	56,6	54,7	56,0	53,2	53,9	52,2
150	51,3	48,9	56,7	53,9	58,1	56,5	58,0	55,7	57,3	54,8
152	53,1	51,0	58,7	55,0	61,5	59,5	61,1	57,6	60,3	55,9
154	55,3	53,0	61,6	59,1	64,5	62,4	63,8	60,2	61,9	59,0
156	58,5	55,8	64,4	61,5	67,3	66,0	65,8	62,4	63,7	60,9
158	61,2	58,1	67,3	64,1	70,4	67,9	68,0	64,5	67,0	62,4
160	62,9	59,8	69,2	65,8	72,3	69,9	69,7	65,8	68,2	64,6
162	64,6	61,6	71,0	68,5	74,4	72,2	72,7	68,7	69,1	66,5
164	67,3	63,6	73,9	70,8	77,2	74,0	75,6	72,0	72,2	70,0
166	68,8	65,2	74,5	71,8	78,0	76,5	76,3	73,8	74,3	71,5
168	70,8	68,5	76,2	73,7	79,6	78,2	77,9	74,8	76,0	73,3
170	72,7	69,2	77,7	75,8	81,0	79,8	79,6	76,8	76,9	75,0
172	74,1	72,8	79,3	77,0	82,8	81,7	81,1	77,7	78,3	76,3
174	77,5	74,3	80,8	79,0	84,4	83,4	82,5	79,4	79,3	78,0
176	80,8	76,8	83,3	79,9	86,1	84,6	84,1	80,5	81,9	79,1
178	83,0	78,2	85,6	82,4	88,0	86,1	86,5	82,4	82,8	80,9
180	85,1	80,9	88,0	83,9	89,9	88,1	87,5	84,1	84,4	81,6
182	87,2	83,3	90,6	87,7	91,4	89,3	89,5	86,5	85,4	82,9
184	89,1	85,5	92,0	89,4	92,9	90,9	91,6	87,4	88,0	85,8
186	93,1	89,2	95,0	91,0	96,6	92,9	92,8	89,6	89,0	87,3
188	95,8	91,8	97,0	94,4	98,0	95,8	95,0	91,5	91,5	88,8
190	97,1	92,3	99,5	96,6	100,7	97,4	99,4	95,6	94,8	92,9

2.6. Конституционный тип определяют измерением угла, образованного реберными дугами с вершиной на конце мечевидного отростка грудины. Оценка результатов: угол  $90^{\circ}$  – нормостенический тип; острый ( $<90^{\circ}$ ) – астенический тип; тупой ( $>90^{\circ}$ ) – гиперстенический тип.

2.7. Гармоничность телосложения определяют по формуле:  $ГТ = \frac{А}{Р} \cdot 100$ ,

где: ГТ – гармоничность телосложения, %

А – окружность грудной клетки в паузе дыхания, см

Р – рост, см

Оценка результатов: ГТ в пределах 50-55% - гармоничное;

ГТ  $< 50\%$  - дисгармоничное, недостаточное развитие;

ГТ  $> 55\%$  - дисгармоничное, избыточное развитие.

2.8. Относительное количество жирового компонента массы тела по сумме четырех кожно-жировых складок, названных выше оценивается по таблице 4.

Таблица 4

**Толщина жировых складок как показатель степени ожирения, мм**

Суммарная толщина складок, мм	Количество жира, %	
	у мужчин	у женщин
20 – 30	6,7 – 12,0	9,2 – 15,0
50 – 60	18,0 – 20,2	22,0 – 24,6
90 – 100	25,0 – 26,2	30,3 – 31,8
130 – 150	29,4 – 31,1	35,4 – 37,4
180 – 200	33,2 – 34,5	40,0 – 41,5

**3. Физиометрические показатели пищевого статуса.** Энергетическую и пластическую полноценность питания оценивают определением мускульной силы (ручная и станковая динамометрия, эргометрия), изменения пульса и дыхания после физических нагрузок, показателями, которые характеризуют утомляемость, - треметрия, хронорефлексометрия, поиск чисел и другие (детально рассматриваются в разделе “Гигиена труда”).

Обеспеченность организма витаминами оценивают с помощью ряда функциональных проб – резистентность капилляров, адаптометрия и другие (рассматриваются на следующем занятии).

**4. Клинические показатели** – определение симптомов болезней алиментарного происхождения (гастритов, язв желудка, 12-перстной кишки, заболеваний печени, желчного пузыря, подагры, гипо-, авитаминозов и другие).

**5. Биохимические показатели** крови и мочи, гематологические и другие показатели пищевого статуса (табл. 5).

Таблица 5

**Перечень биохимических и гематологических тестов, которые применяют при изучении пищевого статуса (обязательная программа)**

Показатели	Концентрация в норме (в системе СИ)
Глюкоза в крови	3,89 – 6,1 ммоль/л
в моче	0,72 ммоль/сутки
Общий белок в сыворотке крови	60 – 78 г/л
Альбумин	0,494 – 0,86 ммоль/л
Триглицериды	0,59 – 1,77 ммоль/л
Активность щелочной фосфатазы	0,5 – 1,3 ммоль/(час·л)
Витамин С в крови	34,1 – 90,9 мкмоль/л
в моче	113,5 – 170,3 мкмоль/сутки
Витамин В <sub>2</sub> в моче	0,82 – 2,73 мкмоль/сутки

Показатели	Концентрация в норме (в системе СИ)
Витамин А в сыворотке крови	0,52 – 2,09 ммоль/л
Тонкий мазок крови (формула крови)	
Дополнительные методы исследований	
Общий азот в суточной моче	423,4 – 1213 ммоль/сутки
Мочевина в суточной моче	333 – 583 ммоль/сутки
Креатин в суточной моче	0,0 – 0,314 ммоль/сутки- мужчины 7,1 – 15,9 ммоль/сутки – женщины
Кретин крови	53 – 106,1 мкмоль/л
Гематокрит	40 – 48 % - мужчины 36 – 42 % - женщины
Общий холестерин в сыворотке крови	2,97 – 8,79 ммоль/л
Фракции холестерина	2,97 – 8,79 ммоль/л
Пировиноградная кислота в крови	0,034 – 0,102 ммоль/л
Молочная кислота в крови	0,33 – 2,22 ммоль/л
Кетоновые тела в моче	861 мкмоль/сутки
Неорганический фосфор в сыворотке крови	0,65 – 1,29 ммоль/л
Кальций в сыворотке крови	1,03 – 1, 27 ммоль/л
Железо в сыворотке крови	11,6 – 31,3 мкмоль/л
Гемоглобин крови	1,86 – 2,79 ммоль/л
Пиридоксин – по содержанию в моче N-метилникотинамида	51,1 – 87,6 мкмоль/сутки

6. Пищевой статус отдельного человека или коллектива, который характеризуется одинаковым питанием и режимом труда, может быть изучен и оценен также путем сравнения энергетических затрат организма, обусловленных тяжестью, напряженностью выполняемой работы, и рассчитанных на их основе потребностей в пищевых веществах и лабораторными исследованиями количества и качества компонентов суточного пищевого рациона (будет рассматриваться на последующих занятиях).

# МЕТОДИКА ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ГОТОВЫХ БЛЮД ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИХ ЛАБОРАТОРНОГО АНАЛИЗА

## 1. Учебная цель

Овладеть методами оценки качества и свежести пищевых продуктов по их органолептическим показателям и результатам лабораторного анализа.

## 2. Исходные знания и умения

### 2.1. Знать:

2.1.1. Органолептические признаки качества и свежести пищевых продуктов.

2.1.2. Принципы гигиенического нормирования качества и свежести пищевых продуктов.

2.1.3. Показатели полноценности и признаки порчи основных пищевых продуктов.

### 2.2. Уметь:

2.2.1. Отобрать пробы продуктов и готовых блюд, заполнить сопроводительный бланк и отправить их для лабораторного анализа.

2.2.2. Оценить органолептические свойства и признаки порчи пищевых продуктов.

2.2.3. Пользоваться Госстандартом и другими нормативными документами при оценке результатов лабораторного анализа пищевых продуктов и готовых блюд. Составлять экспертное заключение по этим результатам.

## 3. Вопросы для самоподготовки

3.1. Пищевые продукты, их классификация, гигиеническая характеристика.

3.2. Госстандарт и гигиенические нормативы продуктов пищевой промышленности, сертификаты качества рыночных продуктов.

3.3. Причины и признаки порчи пищевых продуктов.

3.4. Условия хранения пищевых продуктов, сроки реализации скоропортящихся продуктов и готовой пищи.

3.5. Правила кулинарной обработки пищевых продуктов с целью сохранения их доброкачественности, содержания витаминов, предотвращения заболеваний пищеварительной системы (гастритов, язвы желудка и других).

3.6. Показатели качества и признаки порчи мясных продуктов (говядины, свинины, баранины, птицы и других).

3.7. Показатели качества, признаки порчи и фальсификации молока, молочных продуктов (сметаны, кефира, йогуртов, сыров, сливочного масла и других).

3.8. Показатели качества и признаки порчи хлеба, хлебо-булочных, кондитерских изделий, печенья.

3.9. Показатели качества и признаки порчи зерновых продуктов (муки, круп, макарон, вермишели и других).

3.10. Показатели качества и признаки порчи консервов (мясных, рыбных, овощных и других).

3.11. Показатели качества и признаки порчи свежих и квашеных овощей.

3.12. Пищевые добавки, их назначение, гигиеническая характеристика.

3.13. Ядохимикаты и минеральные удобрения как загрязнители пищевых продуктов.

3.14. Правила отбора проб продуктов для лабораторного анализа, заполнения сопроводительного бланка; консервирования и опечатывания для отправки в лабораторию. Оформление акта отбора проб.

3.15. Составление заключения о качестве пищевых продуктов по результатам лабораторного анализа.

#### 4. Структура и содержание занятия

Занятие семинарское. После проверки исходного уровня знаний студентов и выполнения ими заданий для самоподготовки обсуждаются вопросы, изложенные в приложении 3 этой темы с коррекцией ответов преподавателем. Детально рассматриваются Госстандарт, гигиенические нормативы на основные пищевые продукты, причины и процесс их порчи, признаки фальсификации. Проводят сравнительную характеристику методов консервирования пищевых продуктов, рассматривают правила их хранения и кулинарной обработки.

На второй половине занятия решают ситуационные задачи, разработанные кафедрой, оценивают результаты органолептических и лабораторных анализов основных пищевых продуктов, составляют обоснованные экспертные заключения.

Работу оформляют протоколом.

#### 5. Рекомендованная литература

##### *Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены / Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др./ Под ред. Е.И. Гончарука. – К.: Вища школа, 1995. – С. 434-458.

2. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены / Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др./ – К.: Вища школа, 2000. – С. 512-538.

3. Даценко И.И., Габович Р.Д. Профилактическая медицина. Общая гигиена с основами экологии. – 2-е издание:– К.: Здоровье, 2004. – С. 322-357.

4. Общая гигиена. Пособие для практических занятий. /И.И. Даценко, О.Б. Денисюк, С.Л. Долошицкий и др. / Под ред И.И.Даценко. – Львов,: Мир, 1992. – С. 103-122.

5. Материалы лекции по теме.

##### *Дополнительная:*

6. Гигиена питания с основами нутрициологии. Учебник /В.И. Циприян, Т.И. Анистратенко, Т.Н. Билко и др. / Под ред. В.И. Циприяна. – К.: Здоровье, 1999. - С. 199-365.

7. Руководство к практическим занятиям по гигиене питания. /Под ред. А.А. Хрусталева./ – Г.: Медгиз, 1957, - 282 с.
8. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – Г.: Медицина, 1971. – С.405-490.

## **6. Оснащение занятия**

1. Образцы сертификатов, накладных и других документов на партии пищевых продуктов.
2. Средства отбора проб продуктов для лабораторного анализа.
3. Приборы для исследования показателей качества и свежести продуктов питания (для демонстрации студентам).
4. Таблицы химического состава и энергетической ценности пищевых продуктов.
5. Госстандарт и гигиенические требования к основным пищевым продуктам.
6. Ситуационные задачи для самостоятельной работы студентов с результатами лабораторных анализов пищевых продуктов и готовых блюд.

### **Методика отбора проб и органолептических исследований пищевых продуктов и готовых блюд**

Гигиеническая экспертиза пищевых продуктов и готовых блюд проводится:

- периодически, в плановом порядке;
- спорадически, при рейдовых проверках пищеблоков, предприятий общественного питания;
- экстренно, в случаях возникновения пищевых отравлений, заболеваний алиментарной этиологии, при грубом нарушении санитарного режима пищевых объектов (столовых, кафе, ресторанов, пищеблоков больниц и др.)

Целью гигиенической экспертизы пищевых продуктов могут быть:

- определение товарного качества продуктов, оформление сертификатов;
- выявление наличия фальсификации, нарушений химического состава продуктов;
- контроль сроков реализации продуктов;
- определение степени порчи продуктов при их хранении и возможности последующего хранения;
- определение эпидемиологической и токсикологической опасности продуктов (микробного обсеменения, загрязнение пестицидами, другими токсикантами, амбарными вредителями, плесенью и другое);
- определение степени вредности тары, посуды, оборудования, инвентаря и др.

Методы отбора проб для лабораторного анализа зависят от вида продуктов (сыпучие, жидкие, отдельные образцы в таре, без тары и т.д.). Подготавливают среднюю пробу, отражающую качество всей партии продовольствия.

Сыпучие и твердые пищевые продукты (крупа, зерно, мука, твердые жиры и др.) отбирают специальными щупами, ножами (рис. 1), совками из разных мест тары

или партии продовольствия (до 10 образцов, из которых путем перемешивания получают среднюю пробу массой до 1 кг).

Жидкие и мягкие пищевые продукты сначала размешивают (шумовкой, встряхиванием), отбирают из разной тары, партии продукта, получая среднюю пробу.

Закрытые консервированные продукты отбирают из партии поштучно, в первую очередь, подозрительные - вздутые (бомбажные) банки, консервы в поврежденной таре.

Пробы мяса отбирают срезанием с туши (полутуши) и с обязательным отбором костей, суставов.

Сыпучие, твердые продукты без тары и поштучные отбирают в полиэтиленовые мешочки, жидкие – в стеклянную тару. Пробы обязательно опечатывают, пломбируют. Составляют акт отбора проб, который подписывают лицо, отобравшее пробу, и ответственное лицо продовольственного объекта. К пробе придается сопроводительный бланк, в котором приводятся паспортные данные продовольственного объекта, масса или количество образцов пробы, цель лабораторного исследования, адрес лаборатории, куда проба направляется, дата и час отбора пробы, подпись лица, отобравшего пробу.

Органолептические исследования пищевых продуктов (и готовых блюд) не нуждаются в специальном оснащении, а поэтому могут выполняться не только в лаборатории, но и на самом продовольственном объекте при отборе проб.

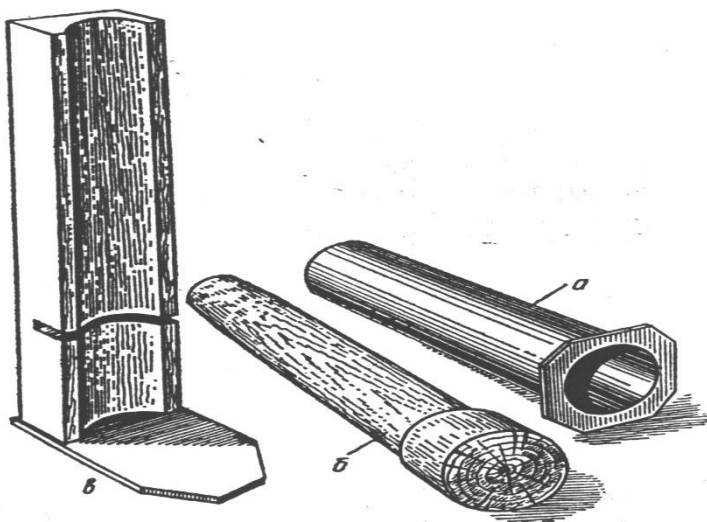


Рис. 1. Цилиндрический нож Журавлева для отбора проб хлеба

Вначале необходимо ознакомиться с документацией продовольственного объекта, с накладными, сертификатами на партию продовольствия, дату поставки. Далее осматривают условия хранения, обработки продуктов, наличие холодильников, санитарное состояние объекта, состояние тары, маркировку (сроки хранения и реализации продукта и др.).

Изучают внешний вид образцов продуктов (при дневном свете), их цвет, оттенки, как признаки несвежести, порчи или фальсификации, подозрительные вкрапления, пятна отличительного от цвета продукта и др. С помощью лупы выявляют наличие амбарных вредителей, финн, а с компрессориумом – личинки трихинелл (рис. 2, 3, 4, 5)

Консистенция определяется пальпаторно – нажатием на продукт (мякоть хлеба, мясо). В свежих продуктах ямка выпрямляется, в несвежих – остается.

Запах у свежих пищевых продуктов приятный, специфический, в несвежих – неприятный, даже гнилостный. Ряд продуктов в свежем виде совсем не должны иметь запаха.

Вкус определяют в последнюю очередь, убедившись в безопасности продукта. При подозрении на порчу или загрязнение микробами, ядовитыми веществами вкус не определяют.

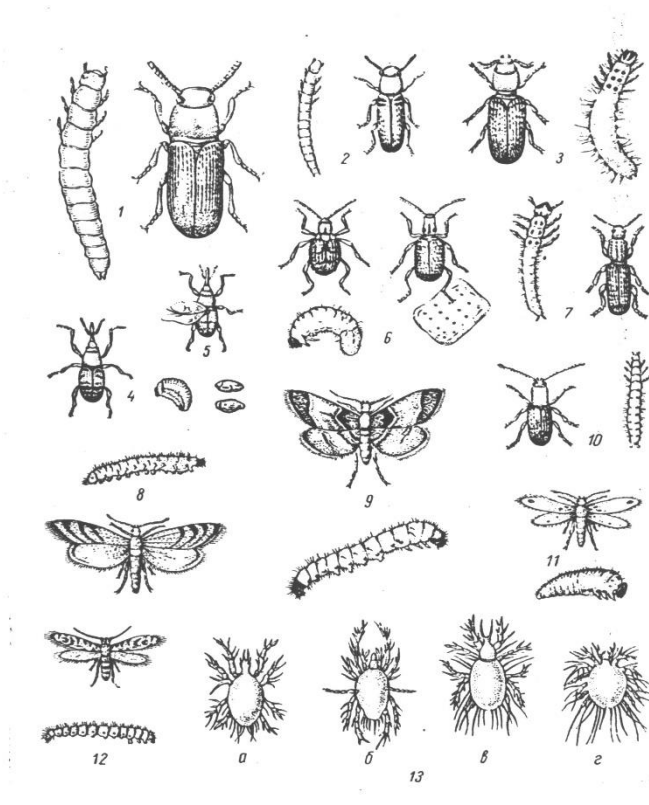


Рис. 2. Амбарные вредители и их личинки

(1 – большой мучной майский жук; 2 – суриманский мукоед; 3 – малый мучной майский жук; 4 – амбарный долгоносик; 5 – рисовый долгоносик; 6 – гороховая зерновка; 7 – рыжий мукоед; 8 – зерновая огневка; 9 – мучная огневка; 10 – **притворившийся вор**; 11 – зерновая моль; 12 – мельничная огневка; 13 – мучные клещи)



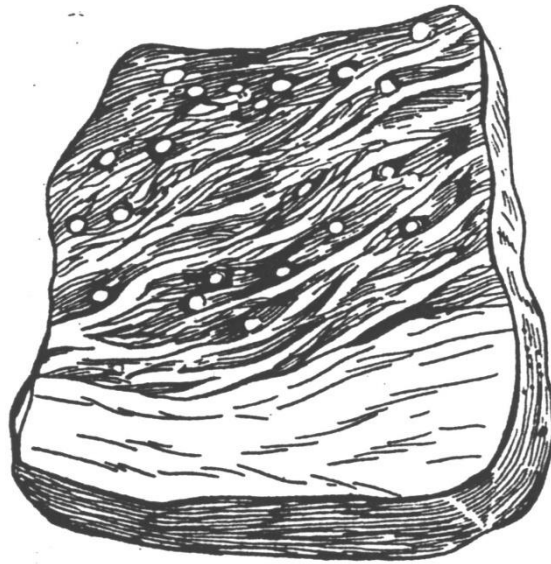


Рис. 3. Мясо, пораженное финнами (зародышами свиного или бычьего солитера)

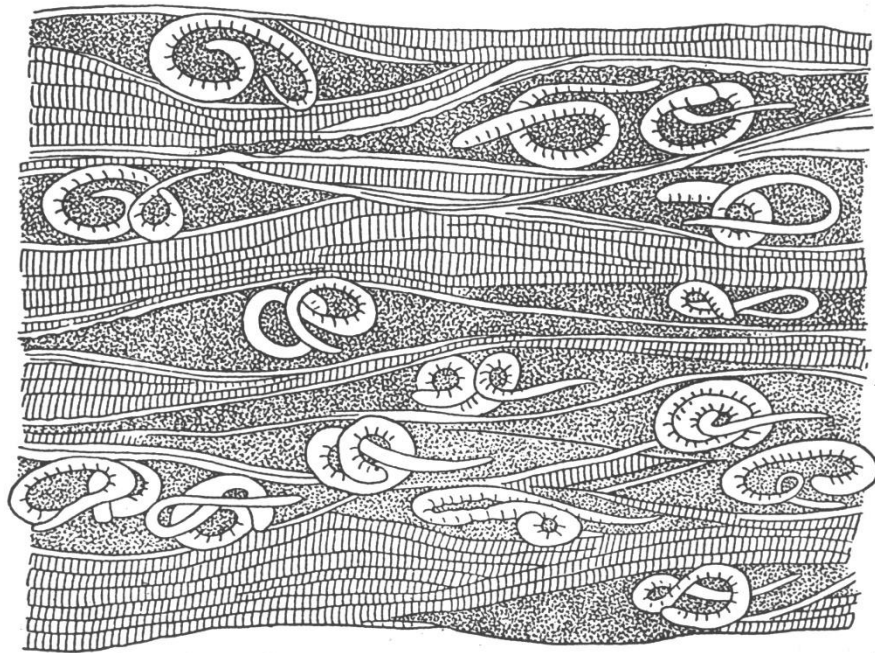


Рис. 4. Зародыши трихинелл в свинине

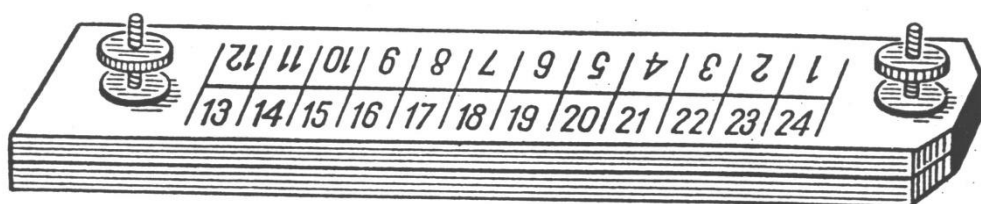


Рис. 5. Компрессориум для выявления в свинине личинок трихинелл.

Иногда для оценки качества продукта используют слух: определяют плеск в консервных банках при их недостаточном заполнении, отсутствие шипения газированных напитков, наличие шипения при брожении закваски и другое.

При органолептических исследованиях в лаборатории используют также пробную варку бульонов из исследуемых продуктов, в первую очередь - мясных.

### **Лабораторные исследования пищевой ценности, товарных качеств и свежести пищевых продуктов**

Из числа интегральных показателей качества пищевых продуктов определяют:

- влажность, путем высушивания или отгонки до постоянной массы предварительно взвешенной пробы; а жидких продуктов – с помощью ареометров, лактоденсиметра (молоко) (рис. 28.6, а).

- сухой остаток – также путем высушивания, определения удельной массы ареометром или расчетом по влажности.

- зольный остаток – сжиганием сухого остатка до светло-серого пепла минеральных веществ.

Содержание белков в пищевом продукте или в готовом блюде определяют по содержанию в продукте общего азота, определение которого проводят методом Кьельдаля или Лоури (изложены в специальных пособиях). Количество белка определяют умножением количества азота на коэффициент 6,25.

Содержание жиров в продуктах определяют классическим методом Сокслета путем экстракции жира из навески продукта эфиром в аппарате Сокслета или другими методами, также изложенными в специальных методических, учебных пособиях, а в молоке – с помощью бутирометра (рис. 6).

Углеводы в пищевых продуктах (моно-, ди-, полисахариды) определяют йодометрическим методом, по их инверсии, путем гидролиза. Детали методик также описаны в соответствующих руководствах.

При лабораторном анализе овощных консервов, молока, готовых блюд в большинстве случаев определяют содержание витаминов и, в первую очередь, аскорбиновой кислоты, каротина.

Минеральные соли и микроэлементы определяют, как правило, в специальных целях (например, с научной целью).

Специфические показатели качества, свежести, эпидемиологической, токсикологической зараженности пищевых продуктов определяют, учитывая вид продукта и соответствующие ему показатели (см. приложение 3).

Химический состав пищевых продуктов приведен в таблицах приложения 3 к занятию “Методика оценки адекватности питания по меню-раскладке”, что также используют при экспертной оценке результатов их лабораторного анализа.

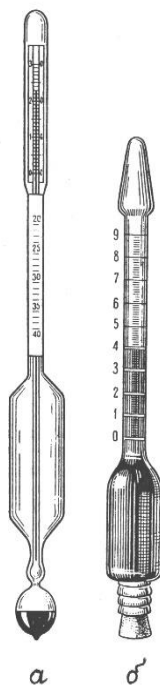


Рис. 6. Лактоденсиметр (а) – прибор для измерения плотности молока, бутирометр (б) – прибор для определения жирности молока

## Госстандарт и гигиенические нормативы основных пищевых продуктов

### 1. Показатели качества молока (Госстандарт Украины 3662-97)

Показатель	Норма для сорта		
	Высший	Первый	Второй
Кислотность, градусы Тернера, не более	16-17	19	20
Степень чистоты по эталону	I	I	II
Бактериальное обсеменение, тыс./см <sup>3</sup> , не более	300	500	3000
Содержание соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup> , не более	400	600	800
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	11,8	11,5	10,6
Сухой обезжиренный остаток, %, не менее	8	8	8
Удельная масса молока, г/см <sup>3</sup>	1,028-1,033	1,028-1,033	1,028-1,033
Жирность, %, не менее	3,2	3,2	2,5

Примечание: С целью выявления фальсификации в молоке определяют наличие соды, буры (используются для сокрытия повышенной кислотности), крахмала и муки (для сокрытия снятия жира).

## 2. Стандартные требования к хлебу, макаронным изделиям

№ стандарта	Вид муки	% выхода муки (сорт)	Форма изделия	Толщина корки, мм, не более		Влажность, %, не более	Пористость, %, не менее	Кислотность, градусы, не более
				верхней	нижней			
5107	Ржаная	95 (обойная)	Подовый	4	5	49	42	12
5108	-"-	-"-	Формовой	4	3	49	42	11
5139	Пшеничная	96 (обойная)	Подовый	5	5	47	55	6
5139	-"-	-"-	Формовой	5	4	47	55	6
7972	-"-	75 (1 сорт)	Батон	2	3	43	70	3
	-"-	-"-	Макаронные изделия	-	-	13	-	3-6

## 3. Показатели качества зерновых продуктов

Показатель	Крупы	Мука
Влажность, %, не более	14-15,5	15
Зольность, %, в пределах	0,65-2,25	0,6-2,0
Замусоренность, %, не более	0,2-0,5	0,2-0,5
Испорченные зерна, %, не более	0,2-0,4	-
Вредные грибки, %, не более:		
- спорынья, головня	0,05	0,05
- горчак, вязель	0,02	0,02
- куколь	0,1	0,1
- гелиотроп	не допускается	не допускается
Минеральные примеси (земля, песок, стекло), %	0,1	0,1
Железные опилки, %, не более	0,3	0,3
Клещи, насекомые	не допускается	не допускается
Кислотность, градусы, не более	-	2,5-6
Клейковина, %, не менее	-	25-30

#### 4. Показатели качества мяса, рыбы

Показатели	Мясо	Рыба
Внешний вид, цвет	Бледно-розовая корка подсыхания, увлажненная, не липкая	Блестящая, прилегающая чешуя, глаза выпуклые, прозрачные, мясо розовое, жабры влажные, но без слизи
Консистенция	Эластичная, ямка при нажатии быстро выпрямляется	Эластичная, ямка при нажатии быстро выпрямляется
Запах	Приятный, характерный для каждого вида животных	Характерный (“рыбный”), но не гнилостный
Жир	Белого, желтоватого цвета, твердой консистенции, без запаха прогоркания, окисления	Белого цвета, мягкий, с “рыбным” запахом, почти не смазывается
Костный мозг	Желтый, упругий, заполняет просвет трубчатых костей, не отслаивается от стенок кости	-
Сухожилия, суставы	Упругие, плотные. Суставные поверхности гладкие, блестящие	Мышцы возле позвоночника не почерневшие
Бульон при варке	Прозрачный, без хлопьев, с приятным запахом и вкусом. Жир на поверхности – большими каплями	Прозрачный, с большими каплями жира на поверхности, с приятным характерным запахом
рН (по лакмусу)	5,8-6,4 (но не более 6,7)	-
Аммиак	Хлористый аммоний (хлорид аммония) – не более “++”	-
Сероводород	Сернистый свинец (сульфид свинца) – не должно быть, при наличии – бурая окраска	-
Реакция с бензидином	Сине-зеленая окраска – свежее мясо	-
Реакция с серноокислой медью	Бульон прозрачен, без хлопьев	-
Трихинеллы	0 в 24 срезах мяса	При наличии зародышей гельминтов рыба бракуется
Финны	Не более 3 на 40 см <sup>2</sup> среза	При наличии зародышей гельминтов рыба бракуется

Показатели качества и свежести других видов пищевых продуктов изложены в соответствующих руководствах, учебниках (см. рекомендованную литературу).

## ТЕМА 12

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОФИЛАКТИКИ АЛИМЕНТАРНЫХ И АЛИМЕНТАРНО ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛЕЧЕБНО-ДИЕТИЧЕСКОГО И ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

### 1. Учебная цель

- 1.1. Ознакомиться с современной классификацией и клиническими проявлениями алиментарных заболеваний.
- 1.2. Изучить мероприятия по профилактике алиментарных заболеваний.
- 1.3. Освоить принципы оценки обеспеченности организма макроэлементами и микроэлементами и диагностику недостаточности и избыточности питания на основании решения ситуационных задач.
- 1.4. Изучить столы диетического питания по Певзнеру.
- 1.5. Освоить рационы лечебно-профилактического питания.

### 2. Исходные знания и умения

#### 2.1. Знать:

- 2.1.1. Алиментарные заболевания: определение понятия, причины, классификация.
- 2.1.2. Болезни белково-энергетической недостаточности питания: классификация, диагностика, клинические проявления, профилактика.
- 2.1.3. Столы диетического питания по Певзнеру.
- 2.1.4. Рационы лечебно-профилактического питания.

#### 2.2. Уметь:

- 2.2.1. Проводить оценку пищевого статуса студентов и пациентов на примере ситуационных задач.
- 2.2.2. Определять вредные факторы производственной среды и назначать рационы лечебно-профилактического питания.
- 2.2.3. Назначать столы диетического питания пациентам с хроническими заболеваниями.

### 3. Вопросы для самоподготовки

1. Алиментарные заболевания: определение понятия, причины, классификация.
2. Болезни белково-энергетической недостаточности питания: классификация, диагностика, клинические проявления, профилактика.
3. Недостаточный статус питания. Гипотрофия: клинические симптомы,

профилактика. Алиментарная дистрофия и карликовость.

4. Избыточный статус питания. Ожирение как социальная проблема: связь избыточного веса с заболеваемостью и смертностью. Клиника, диагностика и профилактика ожирения.

5. Синдром белковой избыточности питания. Методы оценки белковой обеспеченности организма.

6. Микроэлементозы: определение, причины развития, основные клинические симптомы, диагностика и профилактика болезней, обусловленных нарушением поступления микроэлементов.

7. Гигиенические принципы диетического и лечебного питания. Принципы построения лечебного(диетического) питания.

8. Современная классификация диет. Характеристика базисных диет, показания к применению.

9. Виды санитарно-гигиенического контроля за количественной и качественной стороной питания. Гигиенические требования к условиям труда и личной гигиене персонала объектов общественного питания.

10. Организация питания в больничных стационарах. Санитарно-гигиенические требования к размещению и содержанию пищеблоков, буфетных помещений.

11. Документация пищеблоков. Требования к условиям хранения и срокам реализации продуктов и готовой пищи. Медицинский контроль здоровья персонала пищеблока.

#### **4. Структура занятия**

Занятие – семинарское. В начале занятия проводится тестовый письменный (или на персональных компьютерах) контроль исходного уровня знаний студентов. Для коротких ответов предлагается 10-20 вопросов. Основная часть занятия посвящается детальному изучению вопросов: определению понятий «алиментарные заболевания», классификация, детальный разбор каждой группы; характеристика диетических столов по Певзнеру, правила построения диет, разбор рационов лечебно-профилактического питания.

Вторая часть занятия - студенты, используя инструктивно-методические материалы, выполняют самостоятельную работу по индивидуальным ситуационным задачам с последующим обсуждением.

#### **5. Литература**

*Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др. – К.: Вища школа, 2000 – С. 8-96; 155-161; 593-624.

*Дополнительная:*

2. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – М.: Медицина, 1971 – С. 584.

#### **7. Оснащение занятия**

1.Таблицы, схемы классификации, индивидуальные ситуационные задачи.

**Алиментарные заболевания** (латынь *alimentarius* — связанный с питанием) – это болезни, обусловленные недостаточным или избыточным по сравнению с физиологическими потребностями поступлением в организм пищевых веществ.

Среди Алиментарных заболеваний, обусловленных недостатком пищевых веществ, наибольшее практическое значение имеют белково-энергетическая недостаточность, витаминная недостаточность и заболевания, вызываемые нехваткой ряда минеральных веществ (кальция, железа, йода и др.). Во многих случаях алиментарные заболевания развиваются при сочетании дефицитов ряда пищевых веществ, например белков, витаминов, железа, цинка.

Алиментарные болезни могут быть вызваны как дисфункциями ЖКТ (например, нарушениями процессов кишечного всасывания), так и однообразным питанием продуктами какой-либо одной группы (например, недостаточностью меди при молочном питании), разбалансированностью рациона (например, подавлением усвоения меди при избытке в рационе сахара), а также присутствием в пище так называемых антинутритивных веществ, препятствующих усвоению пищевых веществ. Так, фитиновая кислота мешает всасыванию в кишечнике кальция, цинка и ряда других элементов из зерновых продуктов.

Профилактика алиментарных заболеваний основана на рациональной организации питания с соблюдением рекомендуемой калорийности рациона, использованием разнообразных наборов продуктов, применением в необходимых случаях препаратов витаминов. Важную роль в борьбе с Алиментарными заболеваниями играет обучение населения принципам и навыкам рационального питания.

## КЛАССИФИКАЦИЯ АЛИМЕНТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В основу современной классификации алиментарных заболеваний положена природа пищевых веществ. Объединенный Комитет экспертов по питанию ФАО/ВОЗ предложил следующую классификацию болезней, связанных с неправильным или недостаточным питанием.

### I. Недостаточное питание.

#### ***Болезни белковой и калорийной недостаточности:***

квashiоркор (включая марантический квashiоркор); маразм (атрепсия, кахексия, чрезмерное исхудание); неспецифические (включая исхудание взрослых, голодные отеки).

#### ***Недостаточность минеральных веществ:***

Название	Химический знак	Признаки недостаточности микроэлементов в организме
Кобальт	Со	Анемия, потеря веса



Марганец	Mn	Стерильность (бесплодие), нарушение костеобразования
Медь	Cu	Талассемия, нарушение обмена железа, слабость артерий
Цинк	Zn	Нарушение роста, выпадение волос
Йод	I	Эндемический зоб (заболевание щитовидной железы) См. подробнее: Йододефицит
Селен	Se	Мускульная (сердечная) слабость, преждевременное старение. См. подробнее: Селенодефицит
Железо	Fe	Железодефицитная анемия, нарушение иммунной системы
Магний	Mg	Мускульные судороги
Молибден	Mo	Замедление клеточного роста, кариес
Никель	Ni	Учащение депрессий, дерматиты
Хром	Cr	Симптомы диабета
Кремний	Si	Нарушение роста скелета
Фтор	F	Кариес зубов

### ***Недостаточность витаминов (гиповитаминозы):***

#### *Недостаточность витамина А:*

а) ксерофтальмия, кератомалация; б) другие болезни (напр., куриная слепота);

недостаточность других витаминов группы В:

а) недостаточность тиамина (включая бери-бери);

б) недостаточность никотиновой кислоты (включая пеллагру);

в) недостаточность других витаминов группы

недостаточность других витаминов К, Е;

недостаточность аскорбиновой кислоты (включая цингу);

#### *недостаточность витамина D:*

а) рахит (активная фаза);

б) рахит (поздние проявления);

в) остеомаляция;

#### ***Другие болезни пищевой недостаточности:***

недостаточность незаменимых жирных кислот (Омега-3 ПНЖК);

недостаточность отдельных аминокислот;

## II. Чрезмерное питание

Ожирение.

Гипервитаминоз А.

Каротинемия.

Гипервитаминоз D.

Флюороз.

Другие болезни.

III. Пищевые отравления.

Латиризм; Эпидемическая водянка.

## IV. Анемии из-за дефицита пищевых веществ

Железодефицитные анемии (микроцитарная, гипохромная).

Анемия, возникающая в результате недостаточности фолиевой кислоты (витамина В9);

Анемия, возникающая в результате недостаточности цианокобаламина (витамина В12);

Анемия, возникающая в результате недостаточности пиридоксина (витамина В6);

Анемия, возникающая в результате белковой недостаточности (нехватки аминокислот);

Следует отметить, что возникновение тех или иных дефицитных состояний зачастую связано с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, т.е. с нарушениями процессов белкового, жирового и минерального обмена, а также процессов кишечного всасывания микронутриентов в тонком кишечнике. Так как всасывание жирорастворимых веществ, наиважнейших витаминов и микроэлементов происходит преимущественно в тощей кишке, то систематическое включение в рацион пробиотических продуктов и биодобавок, которые содержат микроорганизмы, напрямую регулирующие кишечное всасывание (а также являются продуцентами ряда витаминов, аминокислот и ферментов) становится очень эффективным инструментом в профилактике и лечении алиментарных заболеваний.

## НЕКОТОРЫЕ ФОРМЫ АЛИМЕНТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Алиментарный фактор (питание) и здоровье тесно связаны. В настоящее время установлена четкая взаимосвязь характера питания и показателей здоровья. Питание оказывает влияние на важнейшие показатели здоровья населения:

- рождаемость и продолжительность жизни;
- состояние здоровья и физическое развитие;
- уровень работоспособности;
- заболеваемость и смертность.

Изучение характера питания долгожителей свидетельствует о том, что важнейшим условием этого долголетия являлась диета с полноценными продуктами питания. Характер питания определяет особенности формирования и развития целого ряда заболеваний. В частности, питание и болезни, несомненно, связаны с характером питания. Нарушение характера питания во многом определяет развитие

раннего атеросклероза, коронарной недостаточности, гипертонической болезни, болезней желудочно-кишечного тракта. Нарушение режима питания способствует появлению онкологических заболеваний. Характер питания оказывает влияние на жировой, холестериновый обмен и способствует раннему развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы и других органов. Проблемой является избыточное питание, которое приводит к развитию ожирения.

### **БЕЛКОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ**

Белково-энергетическая недостаточность (БЭН), ранее называвшаяся белково-энергетическим нарушением питания, представляет собой дефицит энергии вследствие хронического недостатка всех макронутриентов. Она обычно включает дефицит многих микронутриентов. БЭН может быть быстрой и тотальной (голодание) или постепенной. Тяжесть варьирует от субклинических изменений до явной кахексии (с отеком, потерей волос и атрофией кожи). Часто нарушения возникают в нескольких системах органов одновременно. Для диагностики обычно используются лабораторные исследования, в т.ч. оценка сывороточного альбумина. Лечение включает коррекцию дефицита жидкости и электролитов путем внутривенного вливания растворов, а затем постепенное возмещение питательных веществ перорально, если возможно.

В развитых странах БЭН является состоянием, распространенным среди помещенных в дома престарелых (хотя часто они об этом не подозревают) и среди пациентов с заболеваниями, при которых снижается аппетит или ухудшается переваривание, всасывание и метаболизм питательных веществ. В развивающихся странах БЭН наиболее распространена среди детей, которые не потребляют достаточное количество калорий или белка.

Белково-энергетическая недостаточность подразделяется на легкую, умеренную или тяжелую. Стадию устанавливают путем определения разницы в процентах реального и расчетного (идеального) веса пациента, соответствующего его росту, используя международные стандарты (норма, 90-110%; легкая БЭН, 85-90%; умеренная, 75-85%; етяжелая, менее (<) 75%).

БЭН может быть

- Первичная: вызванная недостаточным потреблением питательных веществ
- Вторичная: как результат заболеваний или приема лекарственных препаратов, которые мешают усвоению питательных веществ

Первичная БЭН

Во всем мире первичная БЭН встречается главным образом у детей и пожилых лиц, т.е. у тех, у кого ограничен доступ к продуктам, хотя, в пожилом возрасте частая причина - депрессия. БЭН может быть также следствием соблюдения постов или нервной анорексии. Также причиной может быть плохое (жестокое) обращение с детьми или пожилыми.

У детей хроническая первичная БЭН имеет две основные формы:

- Алиментарный маразм
- Квашиоркор (детская пеллагра)

*Алиментарный маразм* – состояние, характеризующееся мышечной атрофией, отсутствием подкожно-жировой клетчатки и очень низким весом тела.

Все это является результатом приема низкокалорийной пищи в течение длительного времени, а также недостатка в ней белков и других питательных веществ. Большое значение при этом имеют инфекционные заболевания.

*Наиболее тяжелой формой белково-энергетической недостаточности является заболевание **квashiоркор**. Это тяжелый клинический синдром, главной причиной которого является недостаток аминокислот, необходимых для синтеза белков. Клинически квashiоркор характеризуется задержкой роста, отеками, атрофиями мышц, дерматозами, изменением цвета волос, увеличением печени, диареей, психомоторными вменениями, такими как апатия, страдальческий вид. Для квashiоркора характерно выявление низкого содержания уровня аргенина в сыворотке крови. Наиболее часто данный синдром проявляется у детей в возрасте от 1 до 3 лет. В период грудного вскармливания или в период его прекращения состояние отягощается инфекцией, которая усиливает распад белка или снижает его поступление в организм.*

На втором году имеют значение инфекции, особенно корь и коклюш, которые приводят к распаду белка и усугубляют белково-энергетическую недостаточность и, в частности, недостаточность в аминокислотах.

Проявлением белково-энергетической недостаточности являются психическое нарушение и расстройства психического и физического развития. Поражение психики характеризуется развитием маразма, отмечаются снижение массы тела, изменение конституционных признаков (большой живот). Наибольшее значение в лечении квashiоркора имеет рациональное питание.

### **ЭНДЕМИЧЕСКИЙ ЗОБ**

**Эндемический зоб (кретинизм)** – алиментарное заболевание, связанное с недостатком поступления в организм йода – это основная причина эндемического зоба. Имеет значение и поступление других микроэлементов: меди, никеля, кобальта, несбалансированность рациона, его белковая и жировая неполноценность. По данным экспертов ВОЗ, эндемическим зобом на планете страдает около 200 млн человек.

В настоящее время установлено, что в той местности, где население получает питание, обеспечивающее поступление йода в организм на уровне 100—200 мкг в сутки, эндемический зоб не наблюдается. Эндемический зоб распространен на тех территориях, где отмечается низкий уровень содержания йода в почве, воде, продуктах растительного и животного происхождения. В суточном балансе основное поступление йода обеспечивается продуктами растительного происхождения. 50 % общего поступления йода в организм обеспечивается продуктами питания растительного происхождения.

В районах с высокой эндемичностью отмечаются нарушения физического и умственного развития. Это может отмечаться у населения в ранние периоды жизни в результате угнетения функций железы и уменьшения выработки секрета. Результатом этого является нарушение психики в виде кретинизма, идиотизма. ВОЗ приводит данные (обзор) по 120 странам в отношении распространенности эндемического зоба.

Ряд продуктов питания усугубляет развитие эндемического зоба. В частности, таким эффектом обладают вещества, содержащиеся в обычной капусте.

Она обладает зобогенным эффектом. Зобогенным эффектом обладает и ряд химических веществ, что следует учитывать при профилактике этого заболевания.

Отмечено, что в семьях, где родители страдают эндемическим зобом или получают недостаточное количества йода, рождаются дети с врожденной глухонемой. Таким образом, проблема эндемического зоба должна рассматриваться во всех ее аспектах и проявлениях.

Одним из профилактических мероприятий по снижению уровня заболеваемости эндемическим зобом является полноценное рациональное питание. Также положительное влияние на снижение уровня заболеваемости эндемическим зобом оказывают полноценный животный белок и достаточный уровень содержания в рационе полиненасыщенных жирных кислот и других биологически активных веществ пищевого характера.

### АЛИМЕНТАРНЫЕ АНЕМИИ

Научная группа ВОЗ дала следующее определение алиментарным анемиям – это состояние, при котором содержание гемоглобина в крови ниже нормы вследствие недостаточности одного или нескольких важных питательных веществ независимо от причины этой недостаточности.

**Анемия существует, если уровень гемоглобина ниже приведенного здесь показателя из расчета на 1 г или 1 мл венозной крови:**

Дети в возрасте от 6 месяцев до 6 лет – 11 г на 100 мл венозной крови,

Дети от 6 лет до 14—12 г/100 мл,

Взрослые мужчины – 13 г/100 мл венозной крови,

Женщины (не беременные) – 12 г/100 мл венозной крови

Беременные – 11 г/100 мл венозной крови.

Анемии более широко распространены в государствах Африки. В Кении 80 % населения имеет признаки недостаточности железа - *железодефицита*. В начале прошлого столетия анемия считалась самой распространенной патологией среди сельскохозяйственных рабочих и чайных плантаций Индии. 14 % мужчин и женщин страдают тяжелой формой анемии, т. е. содержание гемоглобина отмечается в количествах менее 8 г на 100 мл венозной крови. Анемиями в основном страдают женщины.

Профилактика анемий – это рациональное питание, потребление продуктов, содержащих достаточное количество железа. К этим продуктам относятся: телячья печень, содержание в которой железа на уровне 13,3 мг на 100 г продукта, говядина сырая – 3,5 мг на 100 г, яйцо куриное – 2,7 мг на 100 г, шпинат – 3,0 мг на 100 г продукта. Менее 1,0 мг содержат морковь, картофель, помидор, капуста, яблоки. При этом большое значение имеет содержание в этих продуктах ионизированного биологически активного железа.

### АВИТАМИНОЗЫ И ГИПОВИТАМИНОЗЫ

Болезни, которые возникают вследствие отсутствия в пище тех или иных *витаминов*, стали называть авитаминозами. Если болезнь возникает вследствие отсутствия нескольких витаминов, ее называют полиавитаминозом. Однако типичные по своей клинической картине авитаминозы в настоящее время встречаются довольно редко. Чаще приходится иметь дело с

относительным недостатком какого-либо витамина - такое заболевание называется гиповитаминозом. Если правильно и своевременно поставлен диагноз, то авитаминозы и гиповитаминозы легко излечить введением в организм соответствующих витаминов.

При нарушении поступления или усвоения витаминов могут возникнуть 3 группы заболеваний:

1) **Гиповитаминозы** - обусловлены недостаточным поступлением в течение длительного времени витаминов с пищей или неполным их усвоением. Особенно неприятны скрытые формы дефицита витаминов, при которых организм получает витамины в количествах, доступных для предотвращения тяжелых авитаминозов, но недостаточных для обеспечения полноценного здоровья. Эти коварные состояния могут тянуться годами, исподволь подтачивая здоровье человека, ухудшая его работоспособность и снижая продолжительность жизни.

2) **Авитаминозы** – обусловлены полным отсутствием поступления витаминов. В настоящее время явные формы авитаминозов составляют большую редкость в сравнении с полигиповитаминозами, которые являются более актуальными в экономически развитых странах.

3) **Гипервитаминозы** – связаны с бесконтрольным использованием витаминов (главным образом 2-х витаминов: А и Д, длительный прием которых в количествах, превышающих потребность в десятки тысяч раз может вызвать гипервитаминоз). Все остальные витамины в организме практически не накапливаются и, следовательно, их передозировка невозможна. Излишки этих витаминов выделяются с мочой. Развитие гипервитаминозов А и Д связано либо с приемом в пищу печени белого медведя, лося, оленя, моржа, тюленя; либо со случайным приёмом людьми высококонцентрированного препарата витамина Д, который предназначен для птиц и животных на птицефабриках и зверофермах.

**Эндогенный гипо- и авитаминозы.** При расстройствах нормальной деятельности пищеварительного тракта, сопровождающихся нарушением всасывания витаминов, авитаминозы и гиповитаминозы развиваются и при нормальном содержании витаминов в пище. Эти состояния носят название эндогенных гипо- и авитаминозов. В этих случаях препараты витаминов нередко приходится вводить больному не через рот (что бесполезно), а парентерально, т. е. минуя кишечник: под кожу, в мышцы или в кровь. Эндогенные гиповитаминозы могут возникать и при нарушении межклеточного метаболизма витаминов.

### Проявления авитаминозов (гиповитаминозов)

1. При недостатке **витамина А** развивается три вида симптомов: гемералопия, или куриная слепота (нарушение темновой адаптации), ксерофтальмия (высыхание роговицы глаза, нарушение слезообразования) и кератомалация (размягчение и потеря прозрачности оболочки глаза, образование бельма, и, как следствие, полная потеря зрения).

2. **Признаки авитаминоза тиамина - витамина В1:** потеря аппетита, повышенная возбудимость, чувство усталости, потеря способности к концентрации внимания, нарушение секреторной и моторной функции кишечника. При длительном отсутствии витамина возникают боли в нервных волокнах, мышечная

слабость, атрофия мышц, параличи, сильное истощение (кахексия), развивается заболевание *бери-бери*.

3. **Основными признаками авитаминоза *рибофлавина - витамина В2*** являются поражения кожи и слизистых оболочек, которые проявляются как ангулярный стоматит, глоссит, хейлоз, конъюнктивит, васкуляризация роговицы, а также себорейная экзема открытых участков тела, ороговение выводящих протоков сальных желез, сухой дерматит. При длительном отсутствии рибофлавина возникают нарушения кроветворения (гипохромная анемия) и нервной системы (апатия, головная боль, парестезия).

4. **Выраженные признаки авитаминоза - *витамина В3 (витамина РР, ниацина)*** встречаются редко. Наиболее часто возникает авитаминоз в комплексе с недостатком других витаминов (*С, В12, фолиевой кислоты*) и при недостатке белков в рационе. Характерными признаками является слабость, быстрая утомляемость, парестезии конечностей, снижение кислотности желудочного сока, нарушение пищеварения, склонность к инфекционным заболеваниям. У птиц и животных наблюдается депигментация кожи и перьев, задержка роста, дерматиты.

5. **Авитаминоз *витамина В5 (пантотеновой кислоты)*** - наступает при длительном белковом голодании, при этом развивается заболевание **пеллагра**. Признаками ее является покраснение и шелушение кожи на открытых участках тела – лице, руках, шее. Симптомами пеллагры является также нарушение функций органов пищеварения (диарея), которое сопровождается воспалением слизистых оболочек кишечника и ротовой полости. Язык становится красным, появляются трещины. Снижается секреция соляной кислоты в желудке, нарушается кислотность желудочного сока, возникают тошнота, понос, организм истощается. В тяжелых формах В5-авитаминоза наблюдается деменция – расстройство деятельности нервной системы, потеря памяти, галлюцинации.

6. **Признаки авитаминоза - *пиридоксина - витамина В6***: повышенная возбудимость, мышечная слабость, вялость, себорейные изменения на разных участках кожи, дегенеративные изменения в различных органах, нарушение деятельности центральной нервной системы – эпилептиформные проявления. Основным признаком недостатка витамина В6 у животных – симметрический дерматит, который характеризуется выпадением шерсти на конечностях, возле глаз, носа, ушей.

7. **Признаки авитаминоза *цианокобаламина - витамина В12***: пернициозная анемия.

8. **Признаки авитаминоза *витамина С*** у человека является цинга – вид патологии, которая сопровождается гингивитом, ломкостью сосудов, точечными кровоизлияниями, нарушением некоторых метаболических процессов в организме.

9. **Авитаминоз *витамина Д***: рахит.

10. **При авитаминозе *витамина К*** нарушаются процессы свертывания крови, наблюдается уменьшение прочности кровеносных сосудов, что приводит к геморрагии (точечные кровоизлияния) и длительных кровотечениях; геморрагический диатез.

11. **Авитаминоз *витамина Р (рутин)***- ломкость сосудов.

12. **При авитаминозе *фолиевой кислоты (В9)*** нарушаются кроветворные процессы – эритро-, лейко- и тромбопоэз. Возникают расстройства функций

внутренних органов, наблюдаются изменения слизистых оболочек. При этом развиваются различные виды анемии – макроцитарной; спру, Аддисона-Бирмера.

## **ЛЕЧЕБНЫЕ СТОЛЫ (ДИЕТЫ) № 1-15 ПО ПЕВЗНЕРУ: ТАБЛИЦЫ ПРОДУКТОВ И РЕЖИМ ПИТАНИЯ**

**Лечебные столы (диеты) по Певзнеру** — эта система диет, созданная профессором М. И. Певзнером, одним из основоположников диетологии и гастроэнтерологии в СССР. Система широко применяется в комплексном лечении заболеваний пациентов, находящихся в стационарах, санаториях. Столы также носят рекомендательный характер пациентам при нахождении вне лечебных учреждений.

Система диет по Певзнеру включает в себя 15 лечебных столов, соответствующих определенным группам заболеваний. Некоторые из столов подразделяются на категории, имеющие буквенные обозначения. Категории лечебных диет соотносятся со стадией или периодом течения патологического процесса: обострение (разгар) заболевания → затухающее обострение → выздоровление.

Показания для назначения лечебных столов:

- **Диета №1, 1а, 1б**– язва желудка и двенадцатиперстной кишки;
- **Диета №2**– атрофический гастрит, колиты;
- **Диета №3**– запоры;
- **Диета №4, 4а, 4б, 4в**– болезни кишечника с диареей;
- **Диета №5, 5а**– заболевания желчных путей и печени;
- **Диета № 6**– мочекаменная болезнь, подагра;
- **Диета №7, 7а, 7б, 7в, 7г**– хронический и острый нефрит, ХПН;
- **Диета №8**– ожирение;
- **Диета №9**– сахарный диабет;
- **Диета №10**– заболевания сердечно-сосудистой системы;
- **Диета №11**– туберкулез;
- **Диета №12**– заболевания нервной системы;
- **Диета №13**– острые инфекционные заболевания;
- **Диета №14**– болезнь почек с отхождением камней из фосфатов;
- **Диета №15**– заболевания, не требующие особых диет.

Диеты № 1А, 1Б и 1 в основном применяются при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Также диета №1, наряду с диетой №2, применяются при гастритах с пониженной кислотностью. Диета №2 содержит все необходимое для рационального питания, богата экстрактивными веществами, солями и витаминами. В связи с этим диету №2 можно применять длительное время как в стационаре, так и при амбулаторном лечении. При гастритах с повышенной кислотностью также могут применяться диеты № 1А и 1Б.

Приведенные нормы питания в диетах №1, 1А, 1Б и их вариантах рассчитаны на человека нормального роста и веса. При высоком росте и у лиц, привыкших к тяжелому физическому труду, питание может оказаться недостаточным. В таких случаях следует повысить питательную ценность пищевого рациона, начиная с



диеты № 1Б, на 10—20%, равномерно увеличивая количество белков, жиров и углеводов. В такой же степени следует ограничить калорийность питания у людей с низким ростом.

Выбор конкретной диеты происходит исходя из состояния больного. Диета № 1А является наиболее щадящей. Больной, находящийся на диете № 1А, должен соблюдать строгий постельный режим. Во время пребывания на диете № 1Б больной продолжает оставаться в постели. С переводом на диету № 1, т. е. после 3—4-недельного лежания, больному разрешается вставать с постели. В некоторых случаях, как при сильном истощении, можно сразу начинать использовать диету №1Б, минуя №1А, если состояние органов пищеварения того позволяет.

Больным, у которых имеются выраженные явления вегетативной дистонии и у которых заболевание протекает с симптомами раздраженного желудка (упорная изжога, кислые срыгивания, склонность к спазмам привратника, желудочная гиперсекреция с превалированием первой фазы секреции и т. п.), мы рекомендуем применять вариант диеты с ограничением углеводов. Также диету с ограничением углеводов применяют в случае резкого повышения бродильных процессов в кишечнике.

Ограничение углеводов рекомендуется в связи с экспериментальными и клиническими исследованиями, свидетельствующими о том, что при ограничении углеводов снижается возбудимость вегетативной нервной системы, рефлексорная возбудимость желудка, в частности сокращается первая нервнорефлекторная фаза желудочной секреции. Вместе с тем смягчаются симптомы раздражения желудка и проявления реактивной гипогликемии (см. главу 11 — "Использование лечебного питания для воздействия на реактивную способность организма").

При язвенных кровотечениях в зависимости от интенсивности кровотечения и состояния больного в диеты № 1А, 1Б и 1 вносятся коррективы или применяются голодные дни. В особо сложных случаях показано оперативное вмешательство, и только после этого применяются противоязвенные диеты. Подробнее см. раздел "Лечебное питание при осложнениях язвенной болезни".

Более чем в 30% случаев язвенная болезнь сопровождается одновременным поражением желчных путей и печени. Конечно, подобное сочетание надо учитывать при назначении лечебного питания. В рационе № 1А цельные яйца заменяют белковым омлетом и мясным суфле. Количество жиров ограничивают до 70 г, а количество углеводов увеличивают до 250 г за счет сахара и меда. Аналогичные коррективы вносятся в диету № 1Б; ограничиваются до 70—80 г жиры, увеличивается на 50—100 г количество углеводов и добавочно вводится творог. Вместо диеты № 1 применяется вариант диеты № 5 (диета № 5А).

Под влиянием систематического дифференцированного противоязвенного лечения обычно в первые 1—2 недели стихают все болезненные явления, проходят боли и диспептические явления, уменьшаются объективные показатели болезни (явления со стороны брюшины, болезненность при пальпации и поколачивании и т. п.). Благотворное влияние противоязвенного лечения на больного настолько ясно выражено, что создается впечатление специфичности этого лечения.

Стационарный курс противоязвенного лечения длится не менее 4—6 недель. В больницах больных язвенной болезнью нередко выдерживают меньше — всего 2—3 недели. Такой срок недостаточен для заживления язвы. В лучшем случае за это

время удается добиться лишь улучшения состояния больного или исчезновения болезненных явлений, но отнюдь не прочного излечения. В ряде случаев язва не заживает и в течение 6 недель. После стационарного лечения больной должен долго, примерно в течение полугола, соблюдать диету.

Гиперсекреция уменьшается примерно в половине случаев, а повышенная кислотность проявляет тенденцию к снижению лишь в части случаев. Существенное значение имеет давность заболевания, глубина поражения, наличие осложнений и другие показатели, характеризующие тяжесть заболевания.

Необходимым условием успешного лечения является устранение всех вредных факторов. Сюда в первую очередь относятся чрезмерно тяжелая физическая работа, связанная с нервно-психическим перенапряжением, и хронические интоксикации (свинцом, никотином, алкоголем). Но, конечно, решающее влияние на результаты лечения больного язвенной болезнью оказывает характер питания.

М. И. Певзнер настойчиво рекомендовал каждые 6 месяцев (лучше всего ранней весной и осенью) в течение ближайших 2 лет после окончания противоязвенного лечения назначать больному профилактические (ускоренные и сокращенные) курсы противоязвенного лечения. В течение первой недели больной соблюдает диету типа №1А (с постельным режимом), через неделю его переводят на диету №1Б и постепенно разрешают вставать с постели. Общая длительность такого профилактического курса 2—3 недели.

## ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ПИТАНИЕ

*Лечебно-профилактическое питание* — это питание лиц, работающих в условиях неблагоприятного воздействия производственной среды, например токсических химических веществ, а также физических факторов.

Цель лечебно-профилактического питания:

- повысить защитные функции физиологических барьеров организма (печени, кожи, слизистой желудочно-кишечного тракта и верхних дыхательных путей);
- предотвратить проникновение вредных химических или радио- активных веществ;
- способствовать усилению процессов связывания и выведения ядов и их продуктов обмена.

Таковыми свойствами обладают некоторые аминокислоты, витамины и пектиновые вещества.

В соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации на вредных производствах бесплатно выдают горячий завтрак, молоко или кисломолочные продукты, витамины.

В настоящее время используется восемь рационов, в соответствии с основными группами производственных вредностей.

Горячий завтрак выдается перед началом работы, калорийность его составляет 40-50 % от суточной нормы.

### **Рацион № 1**

Рацион предназначен для рабочих и служащих, контактирующих с радиоактивными веществами, источниками ионизирующих излучений и на производстве лопаритовых концентратов (руда редкоземельных элементов).

В рацион вводятся пищевые вещества, обладающие радиопротекторным действием (повышающие устойчивость организма к радиоактивным веществам) — серосодержащие аминокислоты цистин и метионин (творог, сыр, нежирная рыба, мясо кролика).

Включают также вещества для связывания и выведения из организма радиоактивных веществ — пектиновые вещества (свекла, морковь, яблоки, персики, абрикосы). А также липотропные вещества для защиты печени.

Рацион содержит: белков — 59 г, жиров — 51 г, углеводов — 159 г. Дополнительно вводят 150 мг витамина С.

### **Рацион № 2**

Предназначен для рабочих и служащих, контактирующих с серной и азотной кислотами, щелочными металлами, соединениями хлора и фтора, фосфорорганическими соединениями.

Профилактическая направленность рациона обеспечивается поступлением полноценных белков мяса, рыбы, молока; полиненасыщенными жирными кислотами растительных масел, витаминами и минеральными веществами за счет включения большого количества овощей, фруктов, зерновых продуктов. Они тормозят накопление в организме вредных химических веществ.

Рацион содержит: белков — 63 г, жиров — 50 г, углеводов — 185 г. Дополнительно вводится 2 мг витамина А и 100 мг витамина С.

### **Рацион № 2а**

Предназначен для рабочих и служащих, контактирующих с хромом и хромосодержащими соединениями.

Рацион оказывает влияние на регуляторные системы организма (нервную и эндокринную). Рацион должен обеспечивать ги- поаллергенную направленность.

В рацион должны входить белки с повышенным содержанием серосодержащих аминокислот: лецитины (мясо кролика, печень, нерафинированные растительные масла, сметана, сливки); витамины С, Р, А, Е; соли Са, Mg, серы; продукты щелочной ориентации (молоко, овощи, фрукты, ягоды).

Рацион содержит: белков — 52 г, жиров — 63 г, углеводов — 156 г. Дополнительно вводится витамин С — 150 мг, витамин А — 2 мг, РР — 15 мг, 100 мл минеральной воды «Нарзан».

### **Рацион № 3**

Предназначен для работников, контактирующих с неорганическими и органическими соединениями свинца.

Рацион должен содержать молочные и кисломолочные продукты, большое количество овощей, фруктов и ягод, фруктовых соков с мякотью, содержащих пектин. Овощи и фрукты рекомендуется использовать без тепловой обработки. В рационе увеличено содержание белков, углеводов с ограниченным содержанием жира.

Рацион содержит: белков — 64 г, жиров — 52 г, углеводов — 198 г. Дополнительно — 150 мг аскорбиновой кислоты.

### **Рацион № 4**

Предназначен для рабочих и служащих, контактирующих с нитро- и аминсоединениями бензола, хлорированными углеводородами, азотокрасителями, мышьяком, ртутью, стеклопластиком, работающих при повышенном атмосферном давлении.

Назначение рациона — защита печени и кроветворных органов.

Рацион содержит продукты, богатые липотропными веществами (молочные продукты — творог, растительные масла), благотворно влияющие на функцию печени и кроветворный аппарат. Ограничено количество жира, крепких бульонов, соусов и подлив, копченостей и солений.

Рацион содержит: белков — 65 г, жиров — 45 г, углеводов — 181 г. Дополнительно включают 150 мг витамина С, при работах с мышьяком и ртутью — 4 мг витамина В.

#### **Рацион № 4а**

Предназначен для работников, контактирующих с фосфорной кислотой, фосфорным ангидритом, фосфором и его производными.

Рацион должен содержать большое количество овощей и белков животного происхождения.

В рационе резко сокращаются жиры, вместо молока рекомендуются молочнокислые напитки, что способствует снижению всасывания фосфора.

Рацион содержит: белков — 54 г, жиров — 43 г, углеводов — 200 г с дополнительным включением витамина С — 100 мг, витамина В, — 2 мг.

#### **Рацион № 4б**

Предназначен для работников, контактирующих с опасными химическими веществами, такими как аниминовыми и толуиндиновыми производными, динитрохлорбензолом и ди нитротолуолом.

Действие данного рациона связано с предотвращением проникновения этих токсических веществ в организм работающих. В рацион включаются разнообразные растительные компоненты и витамины, а также глутаминовая кислота. Все эти вещества обладают дезинтоксикационным действием.

Рацион содержит: белков — 56 г, жиров — 56 г, углеводов — 164 г, витамина С — 150 мг, витамина В, — 2 мг, В<sub>2</sub> — 2 мг, В<sub>6</sub> — 3 мг, РР — 20 мг, Е — 10 мг, глутаминовой кислоты — 500 мг.

#### **Рацион № 5**

Предназначен для работающих с углеводородами, сероуглеродом, фосфорорганическими пестицидами, полимерными и синтетическими материалами, марганцем.

Профилактическая направленность рациона — защита нервной системы и печени. С этой целью в рацион включают продукты, богатые лецитином, полиненасыщенными жирными кислотами, полноценными белками (нежирный творог как источник метионина, нежирное мясо, рыба, яйца).

Дополнительно включают витамин В, — 2,0 мг, аскорбиновую кислоту — 150 мг. Рацион содержит: белков — 58 г, жиров — 53 г, углеводов — 172 г.

Витамины, которые должны включаться в горячие завтраки, добавляют в виде водных растворов в третье блюдо (витамин С и витамины группы В, глутаминовая кислота), витамины А и Е в масляных растворах — в гарниры вгорых блюд или салаты. На работах с вредными условиями труда выдаются бесплатно по

установленным нормам молоко и другие равноценные пищевые продукты. Молоко работникам выдается для профилактики воздействия конкретного неблагоприятного производственного фактора (вещества). Норма бесплатной выдачи молока составляет 0.5 л за смену. Выдача молока проводится работникам только в дни фактической занятости на этом производстве. Вместо молока возможна выдача кисломолочных напитков (кефир, ацидофилин, йогурты с пониженным содержанием жира).

## ТЕМА 13

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ

#### 1. Учебная цель

1.1. Изучить современную классификацию пищевых отравлений и клинические проявления пищевых отравлений микробной и немикробной этиологии.

1.2. Освоить мероприятия по профилактике пищевых отравлений микробной и немикробной этиологии.

#### 2. Исходные знания и умения

##### 2.1. Знать:

2.1.1. Пищевые отравления: определения, классификация, дифференциальная диагностика.

2.2.2. Пищевые токсикоинфекции: виды, клинические проявления, меры профилактики.

2.2.3. Стафилококковый токсикоз: этиология, патогенез, клиника, профилактика;

2.2.4. Ботулизм: этиология, патогенез, клиника, профилактика.

2.2.5. Микотоксикозы: этиология, патогенез, клиника, профилактика.

##### 2.2. Уметь:

2.2.1. Проводить расследование случаев пищевых отравлений микробной этиологии.

2.2.2. Выполнять диагностику и расследование пищевого отравления микробной и немикробной этиологии на основании решения ситуационной задачи.

#### 3. Вопросы для самоподготовки

1. Пищевые отравления: определения, классификация, дифференциальная диагностика.

2. Пищевые токсикоинфекции: виды, клинические проявления, меры профилактики.

3. Стафилококковый токсикоз: этиология, патогенез, клиника, профилактика.

4. Ботулизм: этиология, патогенез, клиника, профилактика.

5. Микотоксикозы и фикотоксикозы: этиология, патогенез, клиника, профилактика.

6. Классификация пищевых отравлений немикробной природы.

7. Характеристика пищевых отравлений продуктами животного

происхождения.

8. Характеристика пищевых отравлений продуктами растительного происхождения.

9. Пищевые отравления ядовитыми грибами: этиология, патогенез, клиника и профилактика.

10. Химические интоксикации: этиология, патогенез, клиника и профилактика.

11. Этапы расследования пищевых отравлений. Правила заполнения экстренного извещения о пищевом отравлении.

#### 4. Структура занятия

Занятие – семинарское. В начале занятия проводится тестовый письменный (или на персональных компьютерах) контроль исходного уровня знаний студентов. Для коротких ответов предлагается 10-20 вопросов. Основная часть занятия посвящается детальному изучению вопросов: определению понятий “пищевые отравления”, классификация, характеристика микробной и немикробной групп.

Вторая часть занятия - студенты, используя инструктивно-методические материалы, выполняют самостоятельную работу по индивидуальным ситуационным задачам с последующим обсуждением.

#### 5. Литература

*Основная:*

1. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др. – К.: Вища школа, 2000 – С. 8-96; 155-161; 593-624.

*Дополнительная:*

2. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – М.: Медицина, 1971 – С. 584.

#### 8. Оснащение занятия

1.Таблицы, схемы классификации, индивидуальные ситуационные задачи.

### **КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ**

К пищевым отравлениям относятся заболевания различной природы, возникающие при употреблении пищевых продуктов, содержащих патогенные м/о или их токсины либо другие ядовитые для организма вещества немикробной природы. Эти заболевания могут возникать в виде массовых вспышек. Для пищевых отравлений характерны внезапное начало, короткое течение. Клинические проявления отравлений чаще носят характер расстройства желудочно-кишечного тракта.

В классификации пищевых отравлений по этиологическому признаку выделены:

- отравления микробной природы, включающие токсикоинфекции, токсикозы и микотоксикозы,

- отравления немикробной природы – отравления продуктами, ядовитыми при определенных условиях и отравления примесями химических веществ; отравления продуктами, ядовитыми по своей природе,

- отравления неуточненной этиологии.

Пищевые отравления микробной природы

Пищевые отравления бактериального происхождения протекают по типу токсикоинфекций и токсикозов (интоксикаций).

Пищевые токсикоинфекции возникают при употреблении продуктов, содержащих массивные количества размножившихся в них м/о.

Пищевые токсикозы связаны с действием на организм токсинов (экзотоксинов) некоторых м/о, размножившихся в продуктах.

Пищевые продукты могут заражаться в результате санитарных и технологических нарушений производства, транспортировки, хранения продуктов. Продукты животного происхождения могут быть поражены еще при жизни животного. Однако при употреблении зараженных м/о пищевых продуктов не всегда возникают пищевые отравления. Продукт становится причиной заболевания только при массивном размножении в нем м/о или значительном накоплении токсинов.

*Пищевые токсикоинфекции.* К пищевым токсикоинфекциям относятся отравления, вызываемые условно-патогенными возбудителями (кишечной и протейной палочками, палочкой перфрингенс, *Vac. cereus*, патогенными галлофилами и др.).

Кишечная палочка – бесспорные факультативные анаэробы, обладают высокой устойчивостью. Обитают в кишечнике человека, домашнего скота, птицы и др. теплокровных животных, с экскрементом которых попадают во внешнюю среду. Оптимальная температура развития 37 °С, могут размножаться и при комнатной температуре (20-25 °С). При температуре 65 °С погибают через 15 минут. Основным источником токсикоинфекций, вызываемых бактериями группы кишечные палочки, являются человек и животное. Наиболее часто заболевание возникает при употреблении готовых кулинарных изделий, обсемененных этими м/о: мясные, рыбные продукты, изделия из фарша, салаты, винегреты, картофельное пюре, молоко и др.

Токсикоинфекции характеризуются коротким инкубационным периодом – 4 ч, быстрым течением и бурным проявлением (тошнота, боль в животе, понос или рвота). Температура у больных нормальная. Выздоровление наступает на 2-3 день.

*Pr. Mirabilis* и *Pr. Vulgaris* – относятся к гнилостным бактериям. Она подвижная, бесспорная. Оптимальная температура развития 20-37 °С, однако размножение может происходить и при температурах 6-43 °С. Устойчивы к высыханию и высоким концентрациям поваренной соли. выдерживают нагревание до 65 °С в течение 30 мин. Органолептические свойства продуктов при массовом обсеменении бактериями не изменяются. Источником обсеменения могут служить фекалии животных и человека. Наличие протей в продуктах свидетельствует о нарушении санитарного режима на производстве и сроков их хранения. Сырье, п/ф и готовая продукция могут быть заражены в процессе транспортировки, хранения, через руки, посуду, инвентарь.



Болезнь протекает по типу отравления, вызываемого кишечной палочкой. Инкубационный период 4-6 часа. Характерны схваткообразные боли в животе, рвота, жидкий стул, возможно с примесями крови. продолжительность 2-5 дней.

*Сl.perfringens* – вид грамположительных, облигатно (строго) анаэробных (за исключением *C. perfringens* типа А) спорообразующих бактерий рода клостридий. Устойчив к термическому воздействию, интенсивно размножается при 45 °С. Основными мерами профилактики являются соблюдение режима технологических процессов обработки, температурных условий хранения, своевременная реализация готовой продукции.

Токсикоинфекции, вызванные *Сl.perfringens* протекают легко (нарушения со стороны ЖКТ), инкубационный период 6-12 ч. Болезнь заканчивается в течение одного дня.

*Vac. cereus* – спороносные аэробы. Оптимальная температура размножения 30 °С. Споровые формы выдерживают нагревание до 105-125 °С в течение 10-15 минут. Прорастают споры при 3-5 °С. Эти бактерии широко распространены в объектах внешней среды. Так, в водопроводной воде палочка *цереус* обнаруживается в 43 % случаях.

Она устойчива к низким температурам, споры выдерживают замораживание. Устойчива к высоким концентрациям соли и сахара. Размножаясь в пищевых продуктах, палочка не вызывает изменения их органолептических свойств.

Инкубационный период 4-16 ч. Заболевание сопровождается болями в животе, тошнотой, рвотой, жидким стулом. Продолжительность заболевания 1-2 суток.

Патогенные галлофилы - вибрионы – факультативные анаэробы, обсеменяющие морские породы рыб и ракообразных. Оптимальная температура роста 30-37 °С. Они размножаются главным образом в снулой рыбе и при благоприятных условиях быстро в ней накапливаются.

Заболевание наступает только при обильном обсеменении пищи вибрионами. При заболевании наблюдается понос, боли, тошнота. продолжительность 1-2 дня.

Основными причинами токсикоинфекций, вызываемых условно-патогенными бактериями, являются нарушения правил санитарно-противоэпидемиологического режима на производстве, технологических процессов, условий хранения сырья и продукции, сроков их реализации, недостаточная санитарная культура работников пищевых предприятий и населения в целом.

Профилактические мероприятия направлены на исключение прижизненного и посмертного инфицирования мяса и молока, а также на обеспечение санитарного режима при их получении и переработке. Обязательно должна проводиться ветеринарно-санитарная экспертиза мяса. На предприятиях пищевой промышленности должны строго соблюдаться гигиенические требования к содержанию помещений, оборудования, инвентаря, тары. особое внимание уделяют на размещение линий по механической обработке сырья, на устранение встречных потоков сырья. п/ф, продукции, пищевых отходов. Строгое соблюдение персоналом правил личной гигиены, повышение общей санитарной грамотности.

*Пищевые токсикозы* – это заболевания, возникающие при употреблении пищевых продуктов, содержащих преимущественно токсины бактерий.

К этой группе заболеваний относятся стафилококковые токсикозы, ботулизм и микотоксикозы.

*Стафилококковые токсикозы.* Среди стафилококков различают патогенные и непатогенные. Патогенные стафилококки вызывают воспалительные процессы кожи, подкожной клетчатки, носоглотки и т.д. При попадании на пищевые продукты вырабатывают энтеротоксин, вызывающие пищевое отравление. Установлено 6 типов стафилококковых энтеротоксинов. Большинство этих бактерий образует золотистый пигмент.

Стафилококки – бесспорные, факультативные анаэробы. Оптимальная температура размножения выше 22 °С, при 4-6 – прекращается, устойчивы к воздействию факторов внешней среды. При 80 °С погибают через 30 минут. В замороженных продуктах сохраняют жизнеспособность в течение нескольких месяцев. Хорошо переносят высокую концентрацию сахара и соли. задерживается развитие при концентрации сахара в водном растворе более 60 %, соли – более 12 %. Чувствительны к кислой среде: при активной кислотности 4,5 и ниже прекращается рост.

Оптимальные условия для токсинообразования при температуре 28-37 °С. При повышении кислотности 5,0 и ниже токсинообразование не происходит. Однако накопленный токсин хорошо сохраняется в кислой и щелочной среде. Его не разрушает желудочный сок. На активность токсина не оказывает воздействия и 10% хлористый натрий в течение 10-21 дня. При нагревании до 100 °С разрушается в течение 1,5-2,0 часов.

Развитие стафилококков и токсинообразование возможно в самых различных продуктах: молочные, рыбные, мясные, овощные. Вкус и запах консервов, обсемененных стафилококками, не изменяются, бомбаж не наблюдается.

Источниками заражения пищевых продуктов патогенными стафилококками является человек и животные. Пути заражения – воздушно-капельный, при соприкосновении продуктов с пораженными органами или через загрязненные стафилококками оборудование, инвентарь и посуду.

Инкубационный период 2-4 часа. Внезапно наступает тошнота, многократная неукротимая рвота, боли в животе, слабость, жидкий стул. повышение температуры редко. Продолжительность 1-3 дня.

- проведение мероприятий, исключающих попадание возбудителей в пищевые продукты и созданию условий, задерживающих развитие стафилококков и накопление энтеротоксина в продуктах.

- своевременное выявление лиц с гнойными воспалительными процессами кожи, верхних дыхательных путей и отстранять их от работы.

- улучшение санитарного режима предприятий и соблюдать правила личной гигиены.

- механизация и автоматизация производственных процессов

- соблюдение установленных сроков реализации.

- тяжелое пищевое отравление. Возникает при употреблении пищи, содержащей токсины ботулиновой палочки. Возбудитель широко распространен в

природе (кишечник теплокровных животных, рыб, человека; обнаруживается в почве, иле, водоемах).

Это спороносная палочка, строгий анаэроб. Различают 6 типов *Cl.botulinum*. Наиболее распространены варианты А, В, Е. Самый токсичный тип А. Токсины каждого типа нейтрализуют соответствующей антитоксической сывороткой. Споры *Cl.botulinum* устойчивы у воздействию различных факторов внешней среды. Полное разрушение отмечается при температуре 100 °С в течение 5-6 ч, при 120 °С споры погибают через 10-12 минут споры устойчивы к низким температурам и химическим агентам., хорошо переносят высушивание.

Задерживают прорастание спор высокие концентрации поваренной соли 8% и сахара 55 %. Возбудитель чувствителен к кислой среде, его развитие приостанавливается при рН 4,5 и ниже. Это свойство применяют в консервировании, т. к. в условиях кислой среды не выделяет токсин.

Оптимальные условия развития и токсинообразования ботулиновой палочки создаются при температуре 25-37 °С. При 15-20 °С размножение и токсинообразование протекают медленнее и полностью прекращаются при 4 °С (кроме типа В). Ботулотоксин по воздействию на организм является самым сильным. Смертельная доза – сотые доли мг на 1 кг массы тела. В кислой среде токсин устойчив, в слабощелочной рН 8,0 теряет активность на 90 %. Он отличается высокой устойчивостью к действию консервантов – маринованию, солению, квашению. Если в продукте уже токсин накопился, то консервирование продукта его не инактивирует. Токсин при кипячении разрушается в течение 15 мин, поэтому высокая температура – важный способ борьбы с ботулизмом. Обычно токсин инактивируется при кипячении кусков мяса, рыбы и др. изделий в течение 50-60 мин. Возбудитель ботулизма способен к размножению и токсинообразованию в любых продуктах. Но наиболее благоприятными условиями для развития ботулизма как анаэроба являются консервирование продукты. Обычно при развитии микроба органолептические свойства продукта заметно не изменяются, иногда лишь ощущается слабый запах прогорклого жира, реже продукт размягчается и изменяется его цвет. В консервах в результате развития микроорганизмов и гидролиза белковых и других веществ накапливаются газы, вызывающие стойкое вздутие доннышка банки (бомбаж). Летальный исход 70 %. Инкубационный период – 12-24 ч. Первыми признаками болезни, которая поражает центральную нервную систему, является недомогание, слабость, головная боль, головокружение. Рвота. Затем появляются симптомы расстройства зрения двоение, ослабление зрения, опущение век. Глотание и жевание затруднено. Продолжительность болезни различна (от 4 дней до месяца и более). Своевременное введение противоботулинической сыворотки предупреждает смертельный исход.

- широкое применение охлаждения и замораживания пищевых продуктов препятствует прорастанию спор и накоплению токсинов,

- к эффективной мере предупреждения развития возбудителей ботулизма в пищевых продуктах относятся быстрая переработка сырья и своевременное удаление внутренностей (у рыб),

- строгое соблюдение режима стерилизации консервов. Консервированные продукты с признаками бомбажа рассматриваются как особо опасные в отношении

возможного отравления и к реализации без лабораторного исследования не допускаются.

- санитарная пропаганда населения, с информацией правил о заготовках продуктов.

Пищевые микотоксикозы – заболевания, возникающие при употреблении продуктов переработки зерна, зараженного токсическими веществами (микотоксинами) микроскопических грибов. К микотоксикозам относятся эрготизм, фузариотоксикоз, афлотоксикоз.

Эрготизм – возникает при употреблении изделий из зерна, содержащего примесь спорыньи - *Claviceps purpurea*. Для его профилактики важна тщательная очистка зерна от спорыньи. Ее содержание в муке и крупе допускается не более 0,005 %.

К фузариотоксикозам относятся алиментарно-токсическая алейкия (септическая ангина) и отравление «пьяным хлебом».

Септическая ангина возникает в результате потребления изделий из перезимовавшего в поле зерна, зараженного токсинами грибов из рода Фузариум. Токсическое вещество этих грибов термоустойчиво и при тепловой обработке изделий из зерна не теряет активности.

Отравление «пьяным хлебом» возникает при употреблении изделий из зерна, пораженного токсическим грибом *Fusarium graminearum*. Клинические проявления: состояние напоминающие опьянение. Легкое возбуждение, эйфория, смех, пение, нарушение координации движения, тошнота, рвота, жидкий стул.

Афлотоксикоз – заболевание, возникающее при длительном употреблении изделий из злаковых культур (кукуруза, рис, арахис, пшеница), пораженных грибами рода *Penicillium* и *Aspergillus*. К семейству афлотоксинов относят до 20 соединений, но 4 из них считаются основными (В1, В2, С1, С2). В1 является наиболее высокотоксичным и опасным. Афлотоксины вызывают поражение печени (цирроз), раковые заболевания, оказывают влияние на наследственные свойства организма. Афлотоксины термолabile, плохо растворяются в воде, разрушаются только крепкой желчью. В пищевых продуктах образуются при различных температурах. ПДК афлотоксинов для различных продуктов представлены в СанПиНе.

Профилактика микотоксикозов – соблюдение влажностно-температурных условий хранения зерна, исключая его увлажнение и плесневение. Запрещается использовать в пищу изделия из перезимовавшего в поле зерна. Систематический контроль продуктов и кормов на их загрязнение микроскопическими грибами и их токсинами.

Отравления несъедобными растительными и животными продуктами, ядовитыми по своей природе.

Среди отравлений растительного происхождения наиболее часты заболевания, вызываемые грибами. Около 15 % случаев отравлений грибами заканчиваются летальным исходом. Различают съедобные и несъедобные грибы. Съедобные грибы бывают безусловно съедобными и условно съедобными, которые при неправильном приготовлении могут вызвать пищевые отравления. Перед кулинарной обработкой эти грибы либо отваривают длительной время (отвар утилизируют), либо вымачивают

К ядовитым грибам относятся бледная поганка, мухоморы, ложные опята. Наиболее опасны отравления бледной поганкой и условно съедобными грибами.

Бледная поганка – самый ядовитый гриб, отравление сопровождается высокой летальностью - 50 %. Токсическое действие обусловлено содержанием в них аманитотоксина. Яд не разрушается нагреванием и пищеварительными ферментами. Гриб очень похож на шампиньоны, шляпка выпуклая, цвет ее желтовато-зеленый. Ножка имеет белую манжетку и утолщенное основание. Признаки отравления наступают через 10-12 ч. Появляется многократная рвота, боль в животе, жидкий стул, желтуха, бессознательное состояние. В тяжелых случаях смерть наступает через 1-2 дня.

Строчки - словно съедобные грибы. Внешне похожи на сморчки. У обоих шляпка коричневого цвета, но и строчков она бесформенная с волнистой поверхностью (у сморчков правильная коническая, сетчато-ячеистая).

Токсическое действие вызвано гельвеловой кислотой и гиromитрином. Гельвеловая кислота легко растворяется в воде и при отваривании переходит в отвар. Гиromитрин не переходит в отвар, оказывает токсическое действие на печень. В 25-30 % случаев наблюдается отравление со смертельным исходом. Признаки отравления через 8-10 ч, появляется тошнота. Рвота, боли в животе, развивается желтуха.

Мухоморы отличаются яркой окраской шляпки с белыми хлопьями на поверхности. Токсическое действие связано с содержанием в них алколоидов типа мускарин. Отравление наступает через 1-4 ч, сопровождается слюнотечением, рвотой, жидким стулом.

Серо-желтые опята внешне похожи на обычные опята (шляпка коричнево-желтая). Отравление проявляется через 30-60 мин. Тошнота, рвота. расстройства ЖКТ.

Профилактика отравлений грибами:

- грибы подвергаются экспертизе с участием опытного специалиста,
- организация надзора за продажей грибов (свежих и консервированных)
- соленье и маринование грибов только одного вида с хранением только в рассоле
- соблюдение правильной технологической обработки грибов
- санитарное просвещение населения.

Отравления пищевыми продуктами, ставшими при определенных условиях временно ядовитыми

К этой группе относятся пищевые отравления, вызванные соланином картофеля, бобами фасоли, ядрами косточковых плодов. Органами некоторых рыб и животных.

Соланин входит в состав картофеля в количестве около 10-11 мг%. Его содержание увеличивается при прорастании и в позеленевшей части картофеля – до 420-730 мг %. Соланин близок к гликозидам и относится к гемолитическим ядам, т.е. разрушает эритроциты крови. Отравление вызывается при 200-400 мг% соланина. Картофель, содержащий повышенное количество солонина имеет горьковатый вкус, при употреблении царапающее ощущение в зеве. Отравление сопровождается незначительным расстройством ЖКТ. Для предупреждения

накопления солонина картофеля хранят в темных помещениях при температуре 1-2 С. Позеленевший картофель в пищу не допускается.

Фазин – токсическое вещество, содержащееся в сырой фасоли. Отравление возможно при недостаточной термической обработке блюд из фасолевой муки. Отравление сопровождается незначительным расстройством ЖКТ. Необходимо соблюдать технологию приготовления изделий из фасоли, обеспечивающей инактивирование фазины.

Амигдалин – гликозид, при расщеплении которого в желудке человека выделяется синильная кислота. Содержится в некоторых растениях, их плодах и семечках (миндаль, ядра косточек абрикосов, персиков, слив). Отравление сопровождается головной болью, тошнотой. В тяжелых случаях – судороги, потеря сознания, возможна смерть.

Икра и молоки некоторых рыб во время нереста приобретают ядовитые свойства (усач, налим, щука, окунь, скумбрия, печень линя). После удаления внутренних органов эту рыбу можно использовать в пищевых целях. У некоторых рыб ядовитое вещество находится в слизи (минога). Очищенная от слизи рыба вполне съедобна. Мидии приобретают ядовитые свойства в летнее время в результате питания простейшими. Поэтому лов мидий в ночное время при появлении красной окраски моря и люминесценции прекращается.

Ядовитыми свойствами обладают также некоторые железы внутренней секреции (надпочечники и щитовидная железа) крупного рогатого скота. Их употребление вызывает тяжелые расстройства ЖКТ.

Немикробные пищевые отравления ионами тяжелых металлов. Частыми загрязнителями пищевых продуктов являются химические элементы различной природы. При этом все микроэлементы, даже жизненно необходимые, в определенных дозах токсичны, и отравления ими проявляются в острой и хронических формах. В настоящее время разработаны ПДК для ряда химических веществ в продуктах.

Отравления свинцом могут происходить при попадании в продукты свинца.

Продолжительное ежедневное введение в организм 1 мг свинца приводит к развитию хронического отравления. При этом вначале появляются общее недомогание, упадок сил, тошнота, а затем «свинцовая кайма» по краю десен, бледность, малокровие. Острые формы пищевых отравлений наблюдаются крайне редко и могут развиваться только при одновременном введении в организм свинца до 10 мг в сутки.

Для предупреждения отравления свинцом содержание его в пищевых продуктах строго регламентируется санитарными нормами (предусмотрены ПДК свинца).

Медь является биомикроэлементом. Источниками отравления солями меди могут служить медьсодержащие удобрения, концентрация которых в растительном сырье может вырастать в 2-4 раза, использование медьсодержащих пестицидов при выращивании винограда, а также применение солей меди в качестве добавки в корма животных, медная посуда и др.

Соединения цинка малотоксичны. Отравление цинком может произойти в результате производства и хранения в оцинкованной посуде продукции, имеющей кислую реакцию (соленья, квашенья, квас).

Мышьяк. С пищей в организм человека поступает около 1,5-2,0 мг мышьяка в сутки. Уровень его в продуктах может значительно повышаться вследствие перехода его из технологического оборудования, тары, почвы. Он обладает кумулятивными свойствами и может вызывать острые и хронические отравления. При хронических отравлениях наблюдается потеря массы тела, расстройства ЖКТ, периферические невриты, цирроз печени, развитие злокачественных новообразований. Острая форма отравления сопровождается рвотами, поносами, болями в поджелудочной области, кишечнике.

Кадмий относится к числу сильных ядовитых веществ. Он поступает в основном с пищей в количестве 30-60 мкг/кг, что составляет 80 %, а 20 % - из загрязненной атмосферы и при курении. При повышенном поступлении кадмия в организм наблюдается нарушения функционального состояния почек, гипертоническая болезнь. Отравления сопровождаются тошнотой, рвотой, болями в животе.

Олово является естественным компонентом пищи. В пищевых продуктах его содержание составляет 1 мг/кг. Главным источником загрязнения оловом пищевых продуктов являются покрытия посуды, тары, технологического оборудования. Переход олова в пищевые продукты зависит от природы самого продукта, длительности и температуры его хранения. Так, в консервированных продуктах при соблюдении всех условий хранения олова содержится 20-100 мг/кг, а в консервах, хранившихся более 15 лет, обнаружено 600-800 мг/кг олова. При повышенном поступлении олова в организм наблюдается снижение активности пищеварительных ферментов. Ограничение содержания олова в пищевых продуктах связано с содержанием примеси свинца.

Кроме токсического действия ионов тяжелых металлов, на организм человека оказывают неблагоприятное влияние многие химические соединения: нитриты, нитраты и нитрозамины, пестициды, афлотоксины и др.

Нитриты и нитраты содержатся в воде и почве как продукты разложения органических азотистых веществ, в минеральных удобрениях, в промышленно-бытовых стоках и сточных водах. В пищевые продукты попадают с водой или в виде пищевых добавок (нитраты – колбасные изделия) в процессе технологической обработки. Во внешней среде находятся преимущественно нитриты, при этом содержание их в растительном сырье зависит от количества их в почве. Содержание нитритов в 100 раз меньше, чем нитратов, но возрастает в продуктах, подвергшихся порче. Отравление нитратами и нитрозосоединениями способствуют развитию метгемоглобинемии, что связано со снижением поступления кислорода в ткани – летальность 70 %. Нитраты в организм поступают с пищей и сами по себе не приводят к образованию метгемоглобина. Этим свойством обладают нитриты (под действием кишечной микрофлоры нитриты восстанавливаются из нитратов). Допустимой для человека суточной дозой нитратов натрия и калия является 0,5 мг/кг, а нитритов натрия и калия – 0,4 мг/кг.

Нитрозамины оказывают влияние на функции печени. Многие пищевые продукты содержат нитросоединения, которые при определенном способе обработки (варке, жарке, солении, копчении, длительном хранении) могут образовывать канцерогенные нитрозосоединения. Профилактика отрицательного

воздействия данных веществ на организм сводится к ограничению уровня содержания их в пищевых продуктах (СанПиН).

Отравления пестицидами способны вызывать нарушения генетических свойств организма, а также раковые заболевания. При их длительном поступлении в организм понижается сопротивляемость к инфекциям, обостряются сердечно-сосудистые заболевания, заболевания ЖКТ и печени и др. Особенно опасны пестициды для детского организма. Токсичность пестицидов для человека неодинакова и зависит от многих причин. Особую опасность представляют хлороорганические пестициды (гексохлоран, гексохлор, линдан), характеризующиеся высокой устойчивостью во внешней среде, выраженными накопительными свойствами, способностью выделяться с молоком животных. Наиболее приемлемы к использованию фосфорорганические пестициды (метофос, карбофос, теофос), которые под воздействием факторов внешней среды распадаются на безвредные компоненты.

Пути загрязнения пищевых продуктов ядохимикатами разнообразны. Так, они могут попадать при обработке сельскохозяйственных культур, в результате загрязнения почвы, воды, воздуха. В продукты животного происхождения - при обработке ими кожных покровов животных с целью уничтожения эктопаразитов, а также при употреблении скотом корма, содержащего остатки ядохимикатов.

С целью профилактики отравлений осуществляется строгий контроль за производством, хранением и применением ядохимикатов, лабораторный контроль за остаточным содержанием ядохимикатов в пищевых продуктах. Установлен их перечень с предельно допустимой нормой содержания в различных продуктах питания.

Основные принципы профилактики пищевых отравлений немикробной природы состоят в том, чтобы не допустить в пищу различных вредных примесей, а также продуктов, ядовитых по своей природе или ставших ядовитыми при определенных условиях. Важным является также осуществление санитарного контроля за содержанием различных ядовитых примесей в продуктах питания.



## Тема 14

### *Тематический контроль 3*

#### **«ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ. ПРОФИЛАКТИКА ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ И АЛИМЕНТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ»**

При подготовке к Тематическому контролю № 3 – «Основы рационального питания. Профилактика пищевых отравлений и алиментарных заболеваний» студентам необходимо повторить теоретический материал, а также практические и лабораторные работы к Темам - № 10-13, аналогичные Темы из «Сборника ситуационных задач» и тестовые задания из «Сборника тестов». Оформить протоколы по требованиям и подготовить индивидуально презентацию тех материалов, которые указал преподаватель.

## *Список рекомендованной литературы*

### *Основная:*

1. Конституція України.
2. Основи законодавства України про охорону здоров'я.
3. Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”.
4. Гребняк М.П. Дієтологія у термінах, схемах, таблицях, тестах: Навчальний посібник // Гребняк М.П., Щудро С.А., Таранов В.В., Головкова Т.А., Федорченко Р.А., Григоренко Л.В. – Дніпро : Акцент ПП, 2017. – 248 с.
5. Гребняк М.П. Медицинская экология в терминах, схемах, таблицах и тестах: Навчальний посібник // Гребняк М.П., Щудро С.А., Федорченко Р.А., Головкова Т.А. – Днепр : Акцент ПП, 2017. – 212 с.
6. Гребняк М.П. Медична екологія: Навчальний посібник // Гребняк М.П., Щудро С.А., Головкова Т.А., Федорченко Р.А. – Дніпропетровськ : Акцент, 2016. – 484 с.
7. Польша Н.С. Физическое развитие школьников Украины. Пространственно-временные и морфофункциональные особенности: монография / Н.С. Польша, А.Г. Платонова. – Киев : Генеза, 2015. –188 с.
8. Общая гигиена. Социально-гигиенический мониторинг: учеб. для вузов // П.И. Мельниченко [и др.]: под ред. П.И. Мельниченко. - М.: Практическая медицина, 2015. – 512 с.
9. Гігієна дітей та підлітків. Навчальний посібник // За редакцією д.мед.н., проф. М.М. Надворного. – Одеса : Прес-кур'єр, 2014. – 383 с.
10. Гребняк М.П. Профілактична медицина дітей та підлітків. – Дніпропетровськ: Пороги, 2013. – 388 с.
11. Основи екології: Підручник для студ. вищих навч. закладів // В.Г. Бардов, В.І. Федоренко, Е.М Білецька та ін. - Вінниця: Нова Книга, 2013. – 424 с.
12. Радіаційна гігієна: підручник для лікарів-інтернів та лікарів слухачів // В.О. Мурашко, Д.С. Мечев, В.Г. Бардов та ін. - Вінниця: Нова Книга, 2013. – 376 с.

### *Дополнительная:*

1. Гребняк М.П. Екологічні загрози здоров'ю населення в урбанізованих регіонах // М.П. Гребняк, Р.А. Федорченко. – Запоріжжя : Видавництво ЗДМУ, 2018. – 168 с.
2. Костенецький М.І. Радіоекологія середовища життєдіяльності населення Запорізької області // М.І. Костенецький, А.І. Севальнєв, А.В. Куцак. – Запоріжжя : Видавництво ЗДМУ, 2017. – 151 с.
3. Общая гигиена, социально-гигиенический мониторинг: руководство к практическим занятиям. Раздел «Общая гигиена»: Учеб. пособие / П.И. Мельниченко и др. – М. : Практическая медицина, 2014. – 332 с.
4. Алиментарное ожирение как гигиеническая проблема: монографія // Л.І. Буряк, Е.М. Білецька, С.А. Щудро, Л.В. Григоренко. – Дніпропетровськ : Пороги, 2012. – 274 с.
5. Бабієнко В.В. Введення в профілактичну медицину: Навчальний посібник. Методологічні та історичні аспекти // В.В. Бабієнко, А.М. Гринзовський, Ю.М. Ворохта. – К. : Слово, 2012. – 232 с.

6. Чаплик В.В. Медицина надзвичайних ситуацій: підручник для студентів вищих мед. навч. закладів // В.В. Чаплик, П.В. Олійник, С.Т. Омельчук. – Вінниця: Нова книга, 2012. – 352 с.

7. Коцур Н.І. Становлення і розвиток гігієнічної науки в Україні: шлях крізь епохи і соціальні потрясіння (друга половина ХІХ - 20-ті р.р. ХХ століття): монографія // Н.І. Коцур. – Корсунь-Шевченківський, 2011. – 726 с.