

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра биофизики**

---

---

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

**Методические рекомендации к практическим занятиям по общему  
курсу**

**для студентов специальностей**

**1-31 03 01 «Математика (по направлениям)»,**

**1-31 03 02 «Механика и математическое  
моделирование (по направлениям)»,**

**1-31 03 08 «Математика и информационные технологии»,**

**1-31 03 09 «Компьютерная математика и системный анализ»**

---

---

**МИНСК**  
**2017**

УДК 614.8(075.8)(076)

ББК 68.9я73-1

Б40

С о с т а в и т е л и:

**О. Д. Бичан, Л. К. Герасимова,  
Т. А. Кулагова, И. И. Хлудеев**

Рекомендовано советом  
физического факультета

30 марта 2017 г, протокол № 8

Р е ц е н з е н т

доцент кафедры радиационной химии  
и химико-фармацевтических технологий  
химического факультета БГУ

кандидат биологических наук *Г. Н. Семенкова*

**Безопасность** жизнедеятельности человека : метод. рекоменда-  
ции к практ. занятиям по общему курсу / сост.: О. Д. Бичан, [и  
др.]. – Минск : БГУ, 2017. – 39 с.

Включенные в рекомендации материалы помогут студентам специальностей 1-31 03 01 «Математика (по направлениям)», 1-31 03 02 «Механика и математическое моделирование (по направлениям)», 1-31 03 08 «Математика и информационные технологии», 1-31 03 09 «Компьютерная математика и системный анализ» в приобретении навыков решения практических задач по общему курсу «Безопасность жизнедеятельности человека».

**УДК 614.8(075.8)(076)**

**ББК 68.9я73-1**

© БГУ, 2017

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека» является интегрированной и включает обязательные для изучения на первой ступени высшего образования в учреждениях высшего образования Республики Беларусь разделы «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций», «Радиационная безопасность», «Основы экологии», «Основы энергосбережения», «Охрана труда». Аудиторные занятия проводятся в виде лекций, семинарских и практических занятий. На семинарские и практические занятия в учебном плане предусмотрено 38 часов для дневной формы обучения и 2 часа для заочной формы обучения. Некоторые вопросы студенты должны изучить самостоятельно при работе с рекомендуемыми учебниками, учебными пособиями, методическими материалами. Для промежуточного контроля качества усвоения знаний студентами, в том числе самостоятельной работы, по разделам учебной дисциплины проводятся контрольные работы и устный опрос. В данном пособии приведены рекомендуемые темы и планы семинарских и практических занятий, контрольные вопросы для промежуточного контроля знаний на семинарских занятиях, а также условия задач для практических занятий.

### **ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)**

#### **Вводный раздел «Теоретические основы безопасности жизнедеятельности человека»**

1. Правовые, нормативно-технические и организационные основы управления безопасностью жизнедеятельности человека (БЖЧ).

##### ***План семинарского занятия***

- 1) Законодательство и основные нормативные документы в сфере БЖЧ.
- 2) Основные принципы и направления государственной политики в области БЖЧ.
- 3) Цели и задачи БЖЧ на современном этапе.
- 4) Основные термины и определения в сфере БЖЧ.
- 5) Опасности для человека, экономики и природной среды в Республике Беларусь.

#### **РАЗДЕЛ 1 «ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ»**

2. Основные понятия, термины, объекты и закономерности экологии.

### ***План семинарского занятия***

- 1) Определение понятия «экология». Структура экологии как науки.
- 2) Окружающая среда, среда обитания. Условия существования, экологические факторы.
- 3) Экологическая система, ее свойства и компоненты. Классификация экосистем.
- 4) Биосфера, ее свойства и структура. Ноосфера, техносфера.
- 5) Биотические компоненты экосистем и их основные экологические функции.
- 6) Охарактеризовать абиотические компоненты экосистем.
- 7) Трофические уровни и пищевые цепи. Экологическая пирамида.
- 8) круговорот веществ и энергии. Общая характеристика круговорота биогенных элементов.
- 9) Общая характеристика геологического круговорота веществ
- 10) Антропогенные факторы окружающей среды.
- 11) Связи и взаимоотношения в экосистемах.
- 12) Регулирующая роль факторов внешней среды. Правило оптимума, принцип лимитирующих факторов, эффект компенсации.
- 13) Законы экологии по Коммонеру.

### 3. Источники загрязнения атмосферы и последствия их воздействия.

#### ***План семинарского занятия***

- 1) Классификация и источники загрязнения атмосферы.
- 2) Основные источники загрязнения атмосферы в РБ.
- 3) Состояние атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах Беларуси.
- 4) Регламентация качества и контроль за состоянием воздушного пространства.
- 5) Парниковый эффект.
- 6) Разрушение озонового слоя.
- 7) Выпадение кислотных дождей.
- 8) Фотохимический смог.
- 9) Аэрозольное загрязнение атмосферы.
- 10) Автомобильный транспорт и окружающая среда.

### 4. Источники загрязнения гидросферы и литосферы и последствия их воздействия.

#### ***План семинарского занятия***

- 1) Классификация и источники загрязнения гидросферы.
- 2) Основные источники загрязнения водных ресурсов в РБ.
- 3) Оценка состояния и нормирования качества воды. Методы

очистки сточных вод.

- 4) Экологические проблемы озера Нарочь и пути их решения.
- 5) Классификация и источники загрязнения почв.
- 6) Источники загрязнения почв Беларуси и последствия их воздействия.
- 7) Экологическая ситуация в Солигорском районе и пути ее решения.
- 8) Экологические проблемы, связанные с применением пестицидов.
- 9) Экологические проблемы, связанные с применением нитратов.
- 10) Тяжелые металлы в почвах и экологические проблемы, связанные с ними.
- 11) Экологические проблемы Республики Беларусь.
- 12) Экологические проблемы сельского хозяйства Республики Беларусь.

5. Актуальные проблемы экологии человека в условиях урбанизации и индустриализации общества.

*План семинарского занятия*

- 1) Экология питания.
- 2) Синтетические пищевые добавки как экологический фактор.
- 3) Источники загрязнения воздуха в жилых и общественных зданиях.
- 4) Проблемы бытовых отходов.
- 5) Шум, в котором мы живем.
- 6) Вибрация как экологический фактор.
- 7) Электромагнитные излучения и их вред.
- 8) Влияние СВЧ-излучения на человека и животных.
- 9) Мобильные телефоны, сотовые и спутниковые станции и экология человека.
- 10) Проблемы экологического воспитания на современном этапе.

**РАЗДЕЛ 2**

**«ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»**

6. Чрезвычайные ситуации (ЧС), характерные и наиболее вероятные для Республики Беларусь.

*План семинарского занятия*

- 1) Классификация ЧС.

- 2) Чрезвычайные ситуации, характерные и наиболее вероятные для Республики Беларусь.
  - 3) Транспортные аварии и катастрофы:
    - дорожно-транспортные;
    - железнодорожные;
    - подземные (в метро);
    - авиационные;
    - на водном транспорте.
  - 4) Прогнозирование и предупреждение ЧС. Основные элементы системы мониторинга ЧС.
  - 5) Воздействие ЧС на экономику.
7. Защита и действия населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера

***План семинарского занятия***

- 1) Характеристика природных ЧС.
  - 2) Характеристика техногенных ЧС.
  - 3) Характеристика экологических ЧС.
  - 4) Характеристика пожаров и взрывов на различных объектах.
  - 5) Аварии и катастрофы с выбросом вредных веществ.
  - 6) Особенности выживания в природных ЧС.
  - 7) Особенности выживания в техногенных ЧС.
  - 8) Особенности выживания в экологических ЧС.
  - 9) Основные способы и средства пожаротушения.
8. Защита и действия населения в чрезвычайных ситуациях биолого-социального характера.

***План семинарского занятия***

- 1) Характеристика биолого-социальных ЧС.
  - 2) Особенности выживания в биолого-социальных ЧС.
  - 3) Уход за пострадавшими в биолого-социальной ЧС.
  - 4) Характеристика ЧС социального характера. Терроризм.
  - 5) ЧС социального характера, вызванные применением современного оружия массового поражения. Ядерное оружие.
  - 6) ЧС, связанные с применением химического оружия.
  - 7) ЧС, связанные с применением биологического оружия.
  - 8) «Человеческий фактор» в ЧС. Поведение людей в ЧС.
9. Первая помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях при ранениях, кровотечениях, переломах, ожогах и др. травмах.

***План семинарского занятия***

- 1) Основные мероприятия по защите населения в ЧС и условия их применения.
- 2) Классификация средств индивидуальной и коллективной защиты.
- 3) Первая медицинская помощь пострадавшим в ЧС.
- 4) Первая медицинская помощь пострадавшим в ЧС при ранениях и кровотечениях.
- 5) Первая медицинская помощь пострадавшим в ЧС при ожогах.
- 6) Первая медицинская помощь пострадавшим в ЧС при переломах.

### **РАЗДЕЛ 3** **«РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

10. Дозиметрия ионизирующих излучений.

#### ***План семинарского занятия***

- 1) Явление радиоактивности.
- 2) Закон радиоактивного распада. Единицы измерения радиоактивности.
- 3) Дозиметрические величины.
- 4) Опрос по дозиметрическим величинам и их размерностям (единицам измерения). Вопросы приведены в приложении 1.

11. Способы расчета защиты от ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующего излучения.

#### ***План практического занятия***

- 1) Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.
- 2) Принципы регистрации ионизирующего излучения.
- 3) Физические, химические и биологические способы защиты человека от радиации.
- 4) Решение задач. Условия задач приведены в Приложении 2.

12. Естественные и техногенные источники ионизирующего излучения.

#### ***План практического занятия***

- 1) Естественные источники ионизирующего излучения.
- 2) Техногенные источники ионизирующего излучения.
- 3) Практические задания по измерению уровня радиоактивности образцов природных сред и по расчету защиты от излучения расстоянием и защитным экраном. Задания приведены в Приложении 3.

13. БЖЧ и обеспечение радиационной безопасности населения.

### ***План семинарского занятия***

- 1) Действие радиации на живые объекты.
- 2) Прямые и отдаленные эффекты биологического действия радиации.
- 3) Рекомендации по уменьшению неблагоприятных воздействий ионизирующего излучения.
- 4) Принцип работы АЭС и обеспечение безопасности населения.
- 5) Аварии на АЭС в Великобритании.
- 6) Аварии на АЭС в США.
- 7) Аварии на АЭС в Японии.
- 8) Авария на Чернобыльской АЭС. Последствия радиоактивного загрязнения территорий для Республики Беларусь.

14. Первая помощь пострадавшим от радиации. Методы и средства индивидуальной защиты и личной гигиены.

### ***План семинарского занятия***

- 1) Организация медицинской помощи пострадавшим от радиации.
- 2) Методы и средства индивидуальной защиты и личной гигиены.
- 3) Ликвидация последствий радиоактивного загрязнения территорий.
- 4) Международные нормы радиационной безопасности. НРБ-2000 в Беларуси.
- 5) Система радиационного мониторинга в Республике Беларусь.
- 6) Атомная энергетика на современном этапе.

## **РАЗДЕЛ 4**

### **«ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»**

15. Понятия и определения в области энергосбережения и энергоэффективности.

### ***План семинарского занятия***

- 1) Раскрыть понятие «энергоэффективность» и его особенность для Беларуси.
- 2) Раскрыть понятие «энергосбережение» и его особенность для Беларуси.
- 3) Общая характеристика мировых запасов топлива.
- 4) Анализ эффективности использования энергосырья на основных этапах потребления электроэнергии.
- 5) Анализ эффективности использования энергосырья на основных этапах производства теплоэнергии.
- 6) Основные направления повышения энергоэффективности в промышленности, строительстве.
- 7) Основные направления повышения энергоэффективности в сельском

хозяйстве.

- 8) Государственное управление и регулирование процесса повышения эффективности энергоиспользования. Закон об энергосбережении и нормативные акты, регулирующие производство, распределение и потребление топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь.
- 9) Законодательные механизмы, стимулирующие повышение энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии в мировой практике.

16. Общая характеристика топливно-энергетического цикла и основные экологические проблемы, связанные с различными типами электростанций.

#### ***План семинарского занятия***

- 1) Энергетический потенциал нетрадиционных и возобновляемых источников энергии Беларуси и перспективы их развития.
- 2) Общая характеристика топливно-энергетического цикла на ТЭС.
- 3) Общая характеристика топливно-энергетического цикла на АЭС.
- 4) Общая характеристика топливно-энергетического цикла на ГЭС.
- 5) Общая характеристика топливно-энергетического цикла на возобновляемых источниках энергии.
- 6) Общая характеристика топливно-энергетического цикла на нетрадиционных источниках энергии.
- 7) Вторичные энергоресурсы, источники поступления, пути использования.
- 8) Биоэнергетика и перспективы ее развития в Беларуси.
- 9) Ветровая энергетика и перспективы ее развития в Беларуси.
- 10) Гидроэнергетика и перспективы ее развития в Беларуси.
- 11) Местные виды топлива и перспективы их использования в Беларуси.
- 12) Солнечная энергетика и перспективы ее развития в Беларуси.

17. Энергосберегающие технологии в быту. Пути повышения эффективности использования энергии населением и рекомендации по энергосбережению.

#### ***План семинарского занятия***

- 1) Основные направления повышения энергоэффективности на транспорте и в быту.
- 2) Меры по сохранению и экономии тепла в быту.
- 3) Меры по сохранению и экономии электроэнергии в быту.
- 4) Способы сохранения и экономии энергии в офисе.

- 5) Способы сохранения и экономии энергии в общежитии.
- 6) Способы сохранения и экономии энергии в учебном заведении.

## **РАЗДЕЛ 5**

### **«ОХРАНА ТРУДА»**

18. Охрана труда в производственной сфере.

#### *План семинарского занятия*

- 1) Законодательство и основные нормативные документы по охране труда.
- 2) Основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда.
- 3) Обязанности нанимателя по обеспечению охраны труда.
- 4) Обязанности работника по охране труда.
- 5) Система управления охраной труда на предприятии.
- 6) Организация обучения работающих безопасности труда.
- 7) Государственный надзор и общественный контроль за охраной труда.
- 8) Ответственность за нарушение законодательства по охране труда.
- 9) Классификация опасных и вредных производственных факторов.
- 10) Аттестация рабочих мест на соответствие требований охране труда.
- 11) Расследования и учет несчастных случаев на производстве.
- 12) Понятие производственной санитарии и гигиены труда.

19. Охрана труда в непроизводственной сфере.

#### *План семинарского занятия*

- 1) Вредные вещества и пыль в воздухе рабочей зоны, их действие на организм человека и меры защиты. Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях.
- 2) Вредные излучения и защита от них.
- 3) Производственный шум и вибрация, их действие на организм человека. Защита работников от шума и вибрации.
- 4) Производственное освещение.
- 5) Порядок обеспечения и пользования средствами индивидуальной защиты.
- 6) Общие требования безопасности к офисному оборудованию.
- 7) Организация безопасного рабочего места.
- 8) Требования безопасности при работе с ВДТ и ПЭВМ. Электробезопасность.

- 9) Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.
- 10) Пожарная сигнализация. Средства и способы пожаротушения.
- 11) Классификация средств индивидуальной защиты.

### **ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ)**

1. Первая помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях (ЧС) при ранениях, кровотечениях, переломах, ожогах и др. травмах.

#### *План семинарского занятия*

- 1) Особенности выживания в ЧС.
- 2) Основные мероприятия по защите населения в ЧС и условиях их применения.
- 3) Первая медицинская помощь пострадавшим в ЧС.

2. Дозиметрия ионизирующих излучений. Способы расчета защиты от ионизирующего излучения. Методы регистрации ионизирующего излучения.

#### *План практического занятия*

- 1) Единицы измерения радиоактивности.
- 2) Дозиметрические величины.
- 3) Физические, химические и биологические способы защиты человека от радиации.
- 4) Принципы регистрации ионизирующего излучения.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

#### *Раздел 1. «Основы экологии»*

1. Каким ученым введен в науку термин «экология»?
2. Дать определение экологии.
3. Кем были изложены основы учения о биосфере (теория биосферы)?
4. Дать определение биосферы по Вернадскому.
5. Объяснить понятие ноосфера.
6. Объяснить понятие техносфера.
7. Указать определение понятия «окружающая среда (среда обитания).
8. Дать определение экосистемы.
9. Чем городская экосистема отличается от естественной (природной)?
10. Что включается в понятие антропогенные факторы среды?

11. Кто относится к продуцентам?
12. Кто относится к консументам?
13. Кто относится к редуцентам?
14. Назвать основные условия фотосинтеза.
15. Какое примерно количество энергии теряется при переходе с одного трофического уровня на другой?
16. Что такое пастбищная пищевая цепь (цепь выедания)?
17. Сформулировать законы экологии по Коммонеру.
18. Сформулировать правило оптимума.
19. Дать определение концепции лимитирующих факторов.
20. Сформулировать эффект компенсации.
21. К какому уровню экологических проблем относят парниковый эффект?
22. К какому уровню экологических проблем относят разрушение озонового слоя?
23. К какому уровню экологических проблем относят выпадение кислотных дождей?
24. К какому уровню экологических проблем относят аэрозольное загрязнение (например, при производстве белково-витаминных концентратов)?
25. Указать, какой газ вносит наибольший «вклад» в формирование парникового эффекта.
26. Указать, какой загрязнитель вносит наибольший «вклад» в формирование фотохимического окислительного смога (смог Лос-Анджелесского типа).
27. Указать, какой загрязнитель вносит наибольший «вклад» в формирование фотохимического восстановительного смога (смог по Лондонскому типу).
28. Указать название вещества, которое означает то же, что и хлорфторуглеводороды.
29. Как называется система наблюдений, оценки и прогноза, позволяющая выявить изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенной деятельности?
30. На каком уровне мониторинга ведется наблюдение за углекислым газом ( $\text{CO}_2$ )?
31. На каком уровне мониторинга ведется наблюдение за окислами азота ( $\text{NO}_x$ )?
32. На каком уровне мониторинга ведется наблюдение за озоном ( $\text{O}_3$ )?
33. К какому виду загрязнений относится загрязнение диоксинами?
34. Что такое «электросмог»?

35. Что является основной причиной выпадения кислотных дождей?
36. Перечислить загрязнения физической природы.
37. Характеристики какой формы физического загрязнения приведены ниже: «Характерно для индустриальных центров, больших городов; способно приводить к аномалиям в развитии живых организмов; источником могут быть установки искусственного освещения»?
38. Признаки какого вида загрязнения перечислены ниже: «Это загрязнение окружающей среды связано с нарушением ее электромагнитных свойств; источником загрязнения может быть радиолокационная установка»?
39. Какой формой является загрязнение, связанное с массовым размножением микроорганизмов, патогенных для человека, животных?

## Раздел 2. «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций»

1. Дать классификацию вредных и опасных факторов по природе воздействия на человека.
2. Какие опасности относятся к биологическим?
3. Какие опасности относятся к техногенным?
4. Какие опасности относятся к социальным?
5. Какие опасности относятся к природным?
6. Перечислить опасности, наиболее вероятные для РБ.
7. Перечислить опасности физической природы.
8. Что является источниками социальных опасностей?
9. Что такое чрезвычайная ситуация (ЧС)?
10. Какие ЧС считаются локальными?
11. Какие ЧС считаются местными?
12. Какие ЧС считаются региональными?
13. Какие ЧС считаются республиканскими (государственными)?
14. Какие ЧС считаются трансграничными (глобальными)?
15. Какие ЧС относятся к экологическим?
16. Какие ЧС относятся к техногенным?
17. Какие ЧС относятся к биолого-социальным ?
18. Какие ЧС относятся к природным?
19. Что такое стихийное бедствие?
20. Что такое катастрофа?
21. Что такое карантин?
22. Что такое эпизоотия?
23. Что такое эпифитотия?
24. Что такое пандемия?
25. Указать основные способы защиты населения от ЧС.

26. К каким видам относятся производственные аварии и катастрофы?
27. Какие ЧС не являются техногенными?
28. Как называется крупная авария, приведшая к человеческим жертвам?
29. Что представляет собой транспортная авария?
30. Что принято понимать под эпидемией?
31. Что такое очаг поражения?
32. Для чего предназначено оружие массового поражения?
33. Что необходимо сделать, перед тем как покинуть свой дом из-за угрозы наводнения?
34. Что необходимо сделать, получив дома сообщение о приближающемся урагане?
35. Что следует предпринять, если ураган застал на открытой местности?
36. Что следует предпринять человеку при снежной буре?
37. В какую сторону необходимо выходить из зоны заражения СДЯВ?
38. Что необходимо сделать при обнаружении подозрительного предмета, который может оказаться взрывным устройством?
39. Что необходимо сделать, оказавшись в числе заложников?
40. В какую сторону нужно выходить из зоны пожаров?
41. Какими должны быть действия у человека, если он в метро оказался на рельсах, и поезд уже показался?

### Раздел 3. «Радиационная безопасность».

1. Перечислить естественные источники радиации.
2. Перечислить техногенные источники радиации.
3. Охарактеризовать  $\alpha$  - излучение.
4. Охарактеризовать  $\beta$  - излучение.
5. Охарактеризовать  $\gamma$  – излучение.
6. Перечислить положительно заряженные ионизирующие частицы
7. Какой вид излучения обладает наибольшей ионизирующей способностью?
8. Какой вид излучения обладает наибольшей проникающей способностью?
9. Какие частицы обладают наибольшим весовым коэффициентом для вычисления эквивалентной дозы?
10. Как называется процесс образования радикалов из молекул воды при действии радиации?
11. Какие клетки человеческого организма являются радиочувствительными?

12. Какие клетки человеческого организма являются радиорезистентными?
13. При каких дозах развиваются детерминированные эффекты?
14. При каких дозах развиваются стохастические эффекты?
15. Что происходит с атомами после воздействия радиации на вещество?
16. Охарактеризовать детерминированные эффекты действия радиации.
17. Охарактеризовать стохастические эффекты действия радиации.
18. Какую величину не должна превышать полная эффективная эквивалентная доза за всю трудовую деятельность?
19. Какими симптомами характеризуется хроническое облучение?
20. Какими симптомами характеризуется острое облучение?
21. Какие симптомы характерны для лучевой болезни?
22. Что включает физическая защита от внешнего источника радиации?
23. Что включает химическая защита?
24. Что такое фракционирование дозы облучения?
25. Основные принципы обеспечения радиационной безопасности.

#### Раздел 4. «Основы энергосбережения».

1. Пояснить термин «Энергосбережение».
2. Пояснить термин «Энергоэффективность».
3. Охарактеризовать топливно-энергетические ресурсы (ТЭР).
4. Перечислить нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.
5. Охарактеризовать первичные энергетические ресурсы.
6. Перечислить вторичные энергетические ресурсы (ВЭР).
7. Перечислить возобновляющиеся источники энергии.
8. Перечислить невозобновляющиеся источники энергии.
9. Перечислить неисчерпаемые источники энергии.
10. Принцип преобразования энергии на тепловой электростанции.
11. Принцип преобразования энергии на гидроэлектростанции.
12. Принцип преобразования энергии на атомной электростанции.
13. Принцип преобразования энергии на приливной электростанции.
14. Принцип преобразования энергии на ветряной электростанции.
15. Принцип преобразования энергии на солнечной электростанции.
16. Принцип преобразования энергии в геотермальной энергетике.
17. Принцип преобразования энергии в биоэнергетике.
18. Принцип преобразования энергии в водородной энергетике.
19. Принцип преобразования энергии в гелиоэнергетике.
20. В чем измеряется мощность электрического прибора?
21. Что нужно сделать, чтобы настроить на компьютере режим энерго-

- сбережения?
22. Каким обоям нужно отдавать предпочтение при ремонте, чтобы снижать в последующем потребление электроэнергии?
  23. Какие действия позволяют экономить электроэнергию при эксплуатации холодильника?
  24. Какие действия позволяют экономить электроэнергию при эксплуатации электрочайника?
  25. Какие действия позволяют экономить электроэнергию при эксплуатации электроплиты для приготовления пищи?
  26. К каким действиям позволят минимизировать потребления электроэнергии при включенном кондиционере?
  27. Как обозначаются классы энергоэффективности бытовых приборов?
  28. В каких лампах, используемых для освещения помещений, содержится ртуть?
  29. Какие бытовые источники света служат дольше?
  30. Приведите 10 способов энерго- и ресурсо- сбережения в быту

#### Раздел 5. «Охрана труда».

1. Предмет, цели и задачи охраны труда.
2. Основные принципы и направления государственной политики в области охраны труда в Беларуси.
3. Характеристика условий труда: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.
4. Классификация и нормирование вредных и опасных производственных факторов. Понятия «предельно допустимый уровень», «предельно допустимая концентрация».
5. Системы управления охраной труда на предприятии.
6. Права и обязанности нанимателя в области охраны труда.
7. Права и обязанности работников в области охраны труда.
8. Инструктаж и обучение по вопросам охраны труда.
9. Структура инструкций по охране труда.
10. Производственная безопасность и техника безопасности. Основные понятия и определения.
11. Причины поражения электротоком, понятия «напряжение прикосновения» и «напряжения шага».
12. Электробезопасность как система организационных и технических мероприятий, технических способов и средств.
13. Классификация помещений по опасности поражения электротоком.

14. Термическое, электролитическое и биологическое действие электрического тока. Электрические травмы и электрические удары, их виды. Электрический шок.
15. Виды поражения электрическим током. Факторы, влияющие на исход поражения.
16. Меры первой помощи пострадавшим от электрического тока. Способы реанимации.
17. Технические меры защиты от поражения электрическим током, примеры, суть и область применения
18. Назначение и принципы работы защитного заземления, зануления и защитного отключения. Область их применения и нормируемые значения.
19. Условия и причины возникновения и накопления электростатических зарядов. Опасное и вредное проявление статического электричества.
20. Естественные и искусственные источники электромагнитных полей (ЭМП) радиочастотного диапазона. Особенности воздействия ЭМП на организм человека.
21. Гигиеническая оценка и нормирование ЭМП в диапазонах ВЧ, УВЧ и СВЧ. Способы и средства защиты.
22. Источники и особенности биологического действия лазерного излучения. Нормирование и гигиеническая оценка. Принципы, методы и средства защиты.
23. Ультрафиолетовое излучение: источники, биоэффекты, оценка, способы и средства защиты.
24. Опасные и вредные факторы, воздействующие на пользователей компьютеров.
25. Рекомендации по профилактике негативных последствий при работе с компьютером.
26. Общие эргономические требования к организации и конструкции рабочих мест.
27. Основной состав загрязнений воздушной среды. Санитарно-гигиеническая оценка воздушной среды на производственных участках.
28. Способы и средства оздоровления воздушной среды на производстве. Система вентиляции, ее классификация.
29. Параметры, характеризующие метеорологические условия труда, их влияние на организм, самочувствие, работоспособность.
30. Гигиеническое нормирование и оценка параметров микроклимата.

31. Способы и средства нормализации микроклимата рабочих помещений. Защита от тепловых излучений.
32. Производственное освещение как важнейший показатель гигиены труда. Виды и системы освещения.
33. Источники света. Оценка естественного, искусственного и совмещенного освещения.
34. Аттестация рабочих мест по условиям труда.
35. Определение вибрации, причины ее возникновения. Гигиеническая оценка вибраций.
36. Принципы, методы и средства борьбы с вибрацией в источнике ее образования и на пути распространения.
37. Определение и основные источники шума на производстве и в быту. Действие шума на организм человека. Нормирование и гигиеническая оценка шумов.
38. Принципы, методы и средства борьбы с акустическими шумами (борьба с генерацией шумов в источнике, методы и средства снижения шума на путях его распространения).
39. Естественные и искусственные источники ультразвука, его воздействие на организм человека. Нормирование, оценка и способы защиты от ультразвука.
40. Естественные и искусственные источники инфразвука. Воздействие на организм, его механизм и возможные негативные последствия. Особенности распространения инфразвуковых колебаний и трудности разработки методов и средств борьбы.
41. Основные причины и классификация пожаров. Опасные факторы пожара.
42. Пожарная сигнализация. Принцип действия пожарных извещателей: тепловые, дымовые, световые, ультразвуковые, комбинированные.
43. Первичные средства пожаротушения. Принцип работы и вещества, применяемые в них для пожаротушения.
44. Принципы, способы и средства обеспечения пожарной безопасности. Суть понятия «пожарная безопасность объекта».
45. Организация пожарной охраны на предприятиях и в учреждениях. Мероприятия пожарной профилактики.

**Перечень вопросов для опроса по дозиметрическим величинам и их размерностям (единицам измерения)**

1. Период полураспада – это
2. Постоянная распада ( $\lambda$ ) – это
3. Биологический период полувыведения – это
4. Эффективный период полувыведения
5. Активность радионуклида – это
6. В каких единицах измеряется радиоактивность
7. В каких единицах измеряется экспозиционная доза
8. В каких единицах измеряется мощность экспозиционной дозы
9. В каких единицах измеряется поглощенная доза
10. В каких единицах измеряется мощность поглощенной дозы
11. В каких единицах измеряется эквивалентная доза
12. В каких единицах измеряется мощность эквивалентной дозы
13. Что такое летальная доза
14. Что такое предельно допустимая доза

**Условия задач для практических занятий по разделу «Радиационная безопасность»**

1. Сколько протонов ( $p$ ) и сколько нейтронов ( $n$ ) содержит радиоактивный изотоп, указанный в таблице (Номер задания для задач 1-5 в таблице соответствует номеру фамилии студента в списке группы).
2. Определить постоянную распада ( $\lambda$ ) этого изотопа
3. Какой активностью обладает источник, содержащий 1 мг этого изотопа?
4. Вычислить эффективный период полувыведения  $T_{эф}$  этого изотопа
5. Построить график зависимости активности изотопа от времени распада, если исходная активность (в момент времени  $t=0$ ) равна  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк. Шкалу времени представить в периодах полураспада.
6. Через какое время активность уменьшится на 90%?

Таблица заданий

№ задания	Изотоп	$T_{1/2}$ , суток	$T_6$ , суток
1	$^{131}_{53}\text{J}$	8,04	138
2	$^{131}_{53}\text{J}$	8,04	12
3	$^{106}_{44}\text{Ru}$	367	1000
4	$^{106}_{44}\text{Ru}$	367	8
5	$^{40}_{19}\text{K}$	$4,67 \cdot 10^{11}$	58
6	$^{137}_{55}\text{Cs}$	$1,1 \cdot 10^4$	10
7	$^{90}_{38}\text{Sr}$	$1 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$
8	$^{89}_{38}\text{Sr}$	50,5	$1,8 \cdot 10^4$
9	$^{239}_{94}\text{Pu}$	$8,9 \cdot 10^6$	$6,5 \cdot 10^4$
10	$^{239}_{94}\text{Pu}$	$8,9 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^4$
11	$^{60}_{27}\text{Co}$	$1,9 \cdot 10^3$	9,5
12	$^{60}_{27}\text{Co}$	$1,9 \cdot 10^3$	60
13	$^{238}_{92}\text{U}$	$1,6 \cdot 10^{12}$	6
14	$^{14}_6\text{C}$	$2 \cdot 10^6$	10
15	$^{14}_6\text{C}$	$2 \cdot 10^6$	40
16	$^{35}_{16}\text{S}$	87,1	20
17	$^{35}_{16}\text{S}$	87,1	2000
18	$^{32}_{15}\text{P}$	14,3	19
19	$^{32}_{15}\text{P}$	14,3	1500
20	$^{59}_{26}\text{Fe}$	45	2000
21	$^{24}_{11}\text{Na}$	0,63	10
22	$^{54}_{25}\text{Mn}$	300	40
23	$^{198}_{79}\text{Au}$	1,7	120
24	$^{210}_{84}\text{Po}$	138,4	50

7. При археологических раскопках были обнаружены сохранившиеся деревянные предметы, активность  $^{14}_6C$  ( $T_{1/2} = 5730$  лет) в которых оказалась равной  $15,3 - 0,2 \cdot N$  распадам в минуту на 1 г содержащегося в них углерода. (В живом дереве происходит в среднем 15,3 распада  $^{14}_6C$  за минуту на 1 г углерода).  $N$  – номер фамилии студента в списке группы.

Определить время изготовления обнаруженных предметов.

8. 1 грамм естественного углерода испускает 15,3  $\beta$ -частиц в минуту. Среднее содержание углерода во всем организме человека составляет 18%. Зная массу Вашего тела, определите количество  $\beta$ -частиц, испускаемых ежеминутно за счет распада радиоуглерода  $^{14}_6C$  в Вашем организме.

9. В 1 грамме естественного калия происходит 1800 распадов в минуту за счет радиокалия  $^{40}_{19}K$ ; в результате которых образуется около 1600  $\beta$ -частиц и примерно 200  $\gamma$ -квантов. Среднее содержание калия во всем организме составляет 0,2%. Зная массу Вашего тела, определите количество  $\beta$ -частиц и  $\gamma$ -квантов, испускаемых каждую секунду за счет распада радиокалия  $^{40}_{19}K$ ; в Вашем организме.

10. Грибы, собранные в лесу Ветковского района Гомельской области в сентябре 1991 года, имели по цезию-137 активность, равную 68 500 Бк на 1 кг сухой биомассы.

По истечении какого времени удельная активность этих грибов снизится до  $2\,500 \cdot N$  Бк/кг?  $N$  – номер фамилии студента в списке группы.

11. Средняя поверхностная активность почвы по  $^{137}_{55}Cs$  в одной из деревень Брагинского района, загрязненной в результате аварии на ЧАЭС, в 1992 г. составляла примерно 80 Ки/км<sup>2</sup>.

Через сколько лет поверхностная активность почвы по  $^{137}_{55}Cs$  снизится в этом населенном пункте до  $0,2 \cdot N$  Ки/км<sup>2</sup>, если считать, что снижение активности будет происходить только за счет физического распада радионуклидов?  $N$  – номер фамилии студента в списке группы.

## **Практические задания по измерению уровня радиоактивности образцов природных сред и по расчету защиты от излучения расстоянием и защитным экраном**

В результате широкомасштабных ядерных испытаний, добычи, транспортировки и захоронения радиоактивных отходов и, особенно, аварии на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 г. в окружающую среду поступило значительное количество разнообразных радиоактивных изотопов. Это привело к значительному повышению радиационного фона на отдельных участках земного шара, включая Беларусь. Пылевые бури, пожары и другие процессы способствуют миграции радионуклидов на большие расстояния.

Контроль за содержанием, превращениями и перемещениями в экосистемах таких загрязнителей, как радионуклиды является необходимым условием профилактики отрицательных последствий для человека и загрязнения окружающей среды. Различают государственный, ведомственный (внутрихозяйственный) и вневедомственный контроль качества объектов окружающей среды.

В последние годы все более широкое распространение получила система общественного контроля, при которой дозиметрические измерения пищевых продуктов и образцов природных сред осуществляют пункты независимого контроля и широкие слои населения благодаря доступности бытовых средств измерения (бытовые дозиметры, индикаторные бумаги и пр.). Исследования контролируемых объектов в общем случае состоят из нескольких этапов: отбора проб, извлечения и концентрирования определяемых веществ из проб, отделения их от сопутствующих соединений, идентификации и количественного определения.

Цель настоящего практического занятия – обучение студентов работе на бытовых дозиметрах, а именно: оценка радиационной обстановки в помещении и на местности, измерение уровня радиационного загрязнения образцов природных сред и пищевых продуктов

### **Практические задания**

#### **Порядок работы на дозиметрическом приборе АНРИ -01-02 "Сосна"**

Дозиметр–радиометр бытовой АНРИ -01-02 "Сосна" предназначен для индивидуального использования населением с целью контроля радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях, в том числе:

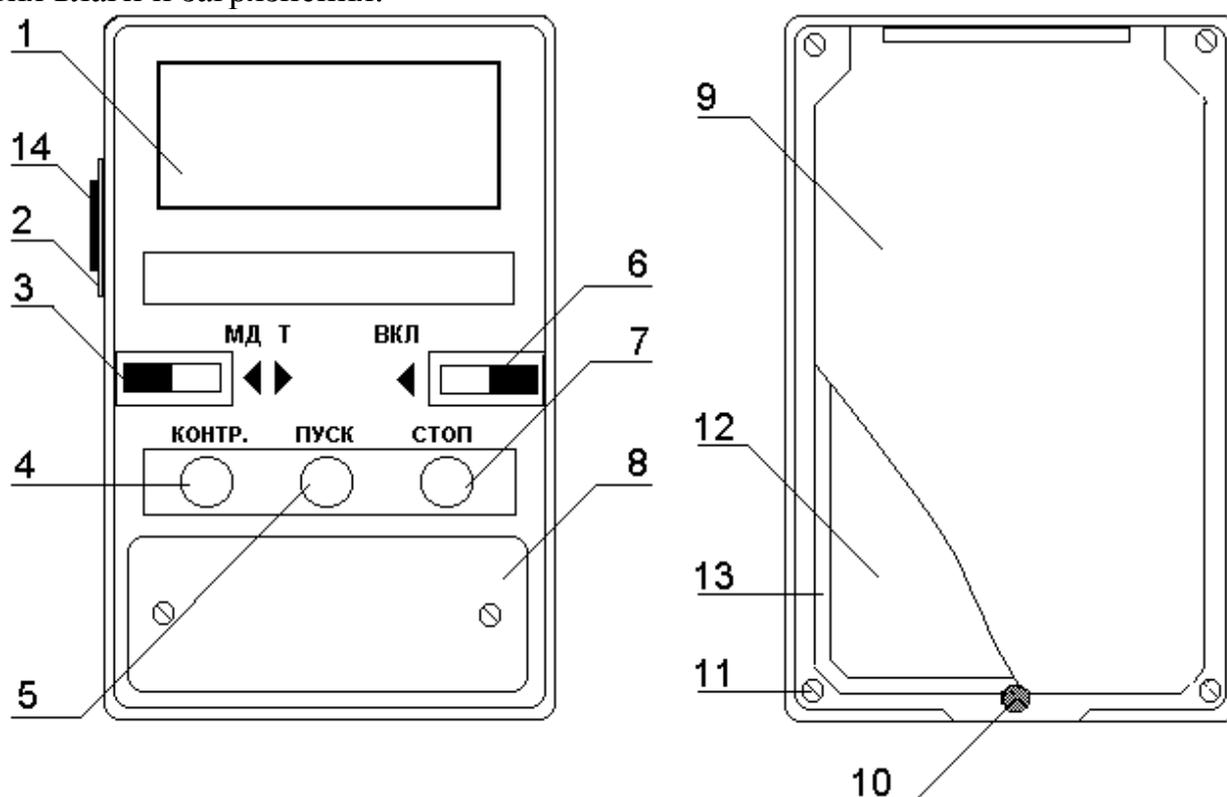
- измерения мощности экспозиционной (полевой эквивалентной) дозы гамма-излучения;

- измерения плотности потока бета-излучения с загрязненных поверхностей;
- оценки объемной активности радионуклидов в веществах.

### Устройство прибора

Корпус прибора, изображенного на *рис.1*, изготовлен из пластмассы и состоит из 2-х частей, соединенных между собой винтами. В верхней части на лицевой панели расположены органы управления и индикации, отсек элемента питания с крышкой.

К нижней части корпуса крепится поворотная задняя крышка, являющаяся экранирующим фильтром. Между датчиками и задней крышкой установлена тонкая пленочная прокладка, защищающая датчики от воздействия влаги и загрязнения.



*Рис.1* Внешний вид прибора АНРИ-01-02 "Сосна".

В верхней части прибора расположены цифровое жидкокристаллическое табло (1), гнездо разъема для подключения выносного блока детектирования (2), переключатель режимов работы (3), кнопка контроля работоспособности прибора (4), кнопка "пуск" (5), выключатель питания (6), кнопка "стоп" (7), крышка отсека элемента питания (8). В нижней части прибора расположены задняя крышка (9), фиксатор задней крышки (10), место пломбировки (11), защитная прокладка (12), рамка (13), заглушка (14).

При установке переключателя режимов работы (3) в положение "МД", в приборе работает внутренний таймер, который через заданное время прекращает счет импульсов, а на табло высвечивается число в единицах мощности экспозиционной дозы.

При установке переключателя режимов работы в положение "Т", таймер прибора не работает. Время счета импульсов контролируется по часам. На цифровом табло индицируется количество импульсов за заданный период времени.

При снижении напряжения батареи типа "Корунд" ниже допустимого значения ( $7,0 \pm 0,2$  В) срабатывает схема сигнализации, и прибор издает постоянный звуковой сигнал.

Схема сигнализации выдает также звуковой сигнал по окончании времени измерения, если переключатель режима работы находится в положении "МД", и короткий звуковой сигнал - при прохождении каждого десятого импульса, если переключатель режима работы находится в положении "Т".

Прибор имеет четыре режима работы.

В режиме "Поиск" (переключатель режима работы в положении "Т") прибор служит для грубой оценки радиационной обстановки по частоте следования звуковых сигналов. В этом режиме прибор ведет счет импульсов от счетчиков прибора и подает короткий звуковой сигнал через каждые десять импульсов.

В режиме измерения мощности экспозиционной (переключатель режима работы в положение "МД") прибор ведет в течение  $20 \pm 5$  секунд счет импульсов от счетчиков прибора. По окончании счета, время которого задается внутренним таймером прибора, на цифровом табло индицируется число, соответствующее мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в мР/ч.

В режиме измерения плотности потока бета-излучения с загрязненных поверхностей необходимо проведение двух измерений исследуемой поверхности: с закрытой и открытой задней крышкой прибора. Время измерений в обоих замерах задается внутренним таймером прибора. Результат измерений вычисляется по соответствующей формуле, приведенной в задании 4.

### ***Руководство по эксплуатации***

Прибор включать только перед непосредственным измерением. В остальное время прибор должен быть выключен. Прибор должен содержаться в чистоте, периодически протираться от пыли сухой и чистой фланелью.

Необходимо оберегать прибор от ударов и механических повреждений. Особую осторожность соблюдать при замерах с открытой задней крышкой, чтобы не повредить тонкую защитную пленку, закрывающую счетчики прибора. После работы с прибором в зонах с повышенной загрязненностью радионуклидами, при замерах поверхности и проб с высокой степенью загрязненности могут отмечаться повышенные показания прибора при отсутствии источников ионизирующих излучений. В этом случае необходимо проводить дезактивацию прибора.

### ***Порядок проведения дезактивации***

Приготовить дезактивирующий раствор. Развести в 1/2 литра теплой чистой воды 1/3 чайной ложки нейтрального стирального порошка или пасты, не содержащих щелочных добавок (например, порошок "Лотос").

Проверить, выключен ли прибор. Открыть крышку отсека питания и извлечь элемент питания. Влажным тампоном, смоченным в приготовленном растворе, тщательно протереть внутренние поверхности крышки и защитную прокладку. Протереть сухой чистой фланелью дезактивируемые поверхности. Установить элемент питания в отсек питания, закрыть крышку прибора. Проверить работоспособность прибора.

### ***ЗАДАНИЕ № 1. Подготовка прибора к работе***

1. Включить прибор. Для этого включатель питания (поз. 6) переведите в положение "Вкл".

Включение прибора должно сопровождаться коротким звуковым сигналом. Если после включения прибор издает постоянный звуковой сигнал, то необходимо установить новый элемент питания.

2. Переключатель режима работы (3) установить в положение "МД". На цифровом табло должно появиться:

0.0 0 0
---------

3. Переключатель режима работы (3) установить в положение "Т". На цифровом табло должно появиться:

0 0 0 0
---------

4. Проверить исправность электронной пересчетной схемы и таймера прибора.

Перевести переключатель режима работы (3) в положение "МД", нажать кнопку "контр" (4) и удерживать ее в нажатом состоянии до конца проведения контрольной проверки, одновременно кратковременно нажать кнопку "пуск" (5).

На цифровом табло должны появиться три точки между цифровыми знаками и начаться отсчет чисел. Через  $20 \pm 5$  секунд отсчет чисел должен прекратиться, окончание отсчета должно сопровождаться коротким звуковым сигналом, а на табло должно появиться число

1.0 2 4

(Для иной модификации прибора "Сосна" это может быть другое число, указанное в паспорте)

После окончания отсчета отпустить кнопку "контр". Если на табло высвечивается иное число, то прибор считается неисправным.

5. Проверить исправность преобразователя напряжения и счетчиков.

Установить переключатель режима работы в положение "МД" и нажать кнопку "пуск".

После окончания применения на табло должно появиться число, близкое к естественному фону гамма-излучения (для г.Минска - до  $0,020$  мР/ч), но не меньше  $0,005$ . В противном случае прибор считается неисправным.

6. Прибор выключить. Заполнить *таблицу 1*.

Если при проведении вышеперечисленных контрольных тестов получены удовлетворительные результаты, прибор готов к работе и можно приступить к выполнению следующих заданий.

**ЗАДАНИЕ 2. Измерить уровень естественного фонового гамма-излучения в режиме «МД» (мощность экспозиционной дозы гамма-излучения) (С ОТКРЫТОЙ КРЫШКОЙ)**

1. Перевести переключатель режима работы в положение "МД", открыть крышку прибора.

2. Включить прибор.

3. Нажать кратковременно кнопку "пуск", при этом на цифровом табло должны появиться точки после каждого разряда.

0.0.0.0

После этого начнется счет импульсов. Через  $20 \pm 5$  с измерение закончится, что будет сопровождаться звуковым сигналом, а на цифровом табло фиксируется число с одной запятой, например

0.0 1 2

Это показание прибора и будет соответствовать мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, измеренной в мР/ч.

Измерения по п. 3 провести не менее 10 раз.

Прибор выключить.

Вычислить среднее арифметическое значение, дисперсию, относитель-

ную погрешность

Результаты занести в *таблицу 2*.

### **ЗАДАНИЕ 3. Измерить плотность потока бета-излучения с загрязненных поверхностей образцов природных сред**

Перед выполнением задания проверить, закрыта ли задняя крышка прибора, при необходимости плотно закрыть ее.

1. Перевести переключатель режима работы в положение "МД".
2. Включить прибор.
3. Поднести прибор плоскостью задней крышки к исследуемой поверхности и КРАТКОВРЕМЕННО нажать кнопку "пуск".

Показания прибора ( $N_\gamma$ ) занести в *таблицу 3*.

Измерения по п. 3 провести не менее 3-х раз.

4. Осторожно открыть заднюю крышку прибора.

5. Выполнить измерение с открытой задней крышкой аналогично п. 3

Показание прибора ( $N_{\gamma+\beta}$ ) занести в *таблицу 3*.

Измерения провести не менее 3-х раз.

6. Закрыть заднюю крышку прибора.

7. Выключить прибор.

8. Рассчитать средние значения для  $N_\gamma$  и  $N_{\gamma+\beta}$  отдельно.

Данные занести в *таблицу 3*.

Оценить достоверность различий в показаниях с закрытой и открытой крышкой.

Аналогичные измерения провести для 5 различных образцов.

9. Для образцов, имеющих достоверные различия в показаниях с закрытой и открытой крышкой, вычислить величину плотности потока бета-излучения с поверхности по следующей формуле.

$$\Phi = K_S \cdot (\overline{N_{\gamma+\beta}} - \overline{N_\gamma}) \text{ частиц/см}^2 \text{ мин},$$

где  $\overline{N_{\gamma+\beta}}$  и  $\overline{N_\gamma}$  – средние значения показаний прибора (число импульсов) с открытой и закрытой задней крышкой, соответственно. Значения в формулу подставляются без учета запятой на табло (например, если показания на табло 0.041, то в формулу необходимо подставить значение 41)

$K_S$  – коэффициент счета прибора = 0,5 част/см<sup>2</sup>·мин·имп.

### **ЗАДАНИЕ 4. Определить мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения в зависимости от расстояния до источника излучения (защита расстоянием)**

Основываясь на результатах, полученных в задании 3, выбрать образец с наибольшим уровнем радиоактивности, например, хлористый калий или

углекислый калий. Эксперимент проводить с открытой крышкой в режиме измерения мощности экспозиционной дозы.

Измерить мощность экспозиционной дозы на расстояниях ( $d$ ), указанных в таблице 4, не менее трех раз в каждой точке. Рассчитать среднее значение для каждой точки. Из полученных значений вычесть величину естественного фона, измеренную при выполнении задания 2. Данные занести в *таблицу 4*. По полученным результатам построить график зависимости мощности дозы ( $\bar{P} - \bar{P}$  фона) от расстояния до источника ( $d$ ).

Сделать вывод о минимальном безопасном расстоянии до исследованного образца.

### **ЗАДАНИЕ 5. Исследовать эффективность защиты экранами из различных материалов (защита экранами)**

Ослабление потока гамма-излучения от точечного источника происходит по экспоненциальному закону:

$$P(d) = P(0) \cdot e^{-\mu d},$$

где  $P(d)$  – мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, мкР/ч, измеряемая прибором при наличии экрана толщиной  $d$  см;

$P(0)$  – мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, мкР/ч, измеряемая прибором при отсутствии экрана;

$\mu$  – линейный коэффициент ослабления гамма-излучения, характеризующий относительное изменение интенсивности излучения на единицу толщины поглощающего слоя, 1/см.

Величину линейного коэффициента ослабления можно определить из формулы:

$$\mu = \frac{\ln[\bar{P}(0) / \bar{P}(d)]}{d}, \text{ см}^{-1}.$$

Кроме линейного коэффициента ослабления можно определить массовый коэффициент ослабления гамма-излучения, который характеризует поглощение излучения единицей массы вещества:

$$\mu_m = \mu / \rho, \text{ см}^2/\text{г}, \text{ где}$$

$\rho$  – плотность вещества г/см куб.

Значение слоя половинного ослабления рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{1/2} = (\ln 2) / \mu = 0,693 / \mu, \text{ см.}$$

Слой  $n$ -кратного ослабления определяют по формуле

$$\Delta_n = \ln(n) / \mu, \text{ см.}$$

Построить график зависимости  $\bar{P} - \bar{P}$  фона от  $d$  (или от  $n$ ).

Рассчитать,  $\mu$ ,  $\mu_m$ ,  $\Delta_{1/2}$ .

Сделать вывод о минимальной толщине защитного слоя.

*Справочные данные:*  $\rho_{\text{алюминия}} = 2,7 \text{ г/см}^3$

$\rho_{\text{железа}} = 7,8 \text{ г/см}^3$

$\rho_{\text{бетона}} = 2,35 \text{ г/см}^3$

$\rho_{\text{свинца}} = 11,3 \text{ г/см}^3$

Толщина алюминиевой пластины ( $d$ ) = 0,1 мм = 0,01 см.

### Оформление результатов измерений

#### ЗАДАНИЕ 1. Подготовка прибора к работе

Таблица 1

Номер пункта, указанного в задании 1	Регистрируемый параметр	
	Звуковой сигнал (короткий или длинный)	Показания на табло
1		
...		
5		

Вывод: Прибор готов к работе (если не готов, то по какой причине и на основе какого теста сделан данный вывод).

#### ЗАДАНИЕ 2. Измерить уровень естественного фонового гамма-излучения в режиме «МД»

Таблица 2

Номер измерения	Показания прибора (мР/час)	Среднее арифметическое, дисперсия, относительная погрешность
1		
...		
10		

Вывод: Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения  
 "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ года в \_\_\_\_\_ часов в ауд. N \_\_\_\_\_  
 составила \_\_\_\_\_ мР/ч.

**ЗАДАНИЕ 3. Измерить плотность потока бета-излучения  
 поверхности .....**

(название исследуемого образца)

Таблица 3

N измерений	Название	Показания прибора			
	образца	$N_{\gamma}$	$\bar{N}_{\gamma}$	$N_{\gamma+\beta}$	$\bar{N}_{\gamma+\beta}$
1					
2					
3					

$$\Phi = K_S \cdot (\bar{N}_{\gamma+\beta} - \bar{N}_{\gamma}) =$$

Вывод:

**ЗАДАНИЕ 4. Определить мощность экспозиционной дозы ионизирующего излучения в зависимости от расстояния до источника излучения (защита расстоянием)**

Таблица 4

Расстояние до источника, d, см	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мощность дозы, P, мкР/ч (не менее 5 измерений)										
Среднее значение мощности дозы, $\bar{P}$ , мкР/ч										
$\bar{P} - \bar{P}$ фона										

Вывод:

ЗАДАНИЕ 5. *Исследовать эффективность защиты экранами из различных материалов (защита экранами)*

Таблица 5

Материал защитного экрана	Алюминий									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число слоев, n										
Толщина защитного экрана, d, см										
Мощность дозы, P, мкР/ч (не менее 5 измерений)										
Среднее значение мощности дозы, $\bar{P}$ , мкР/ч										
$\bar{P} - \bar{P}$ фона										
$\mu$										
$\mu_m$										
$\Delta_{1/2}$										

Вывод:

**Допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)**

Наименование продукции	Цезий - 137		Стронций - 90	
	Ки/кг (Ки/л)	Бк/кг (Бк/л)	Ки/кг (Ки/л)	Бк/кг (Бк/л)
1	2	3	4	5
Вода питьевая	$2,7 \cdot 10^{-10}$	10	$1 \cdot 10^{-11}$	0,37
Молоко и цельномолочные продукты	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100	$1 \cdot 10^{-10}$	3,7
Молоко сгущенное и концентрированное	$5,4 \cdot 10^{-9}$	200		
Творог и творожные изделия, сыры сычужные и плавленые	$1,35 \cdot 10^{-9}$	50		
Говядина, баранина и продукты из них. Конина, мясо диких животных, вкл. колбасы и консервы	$1,35 \cdot 10^{-8}$	500		
Свинина, птица и продукты из них	$4,86 \cdot 10^{-9}$	180		
Масло коровье, жиры животные, маргарин	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100	$5 \cdot 10^{-10}$	18,50
Картофель	$2,16 \cdot 10^{-9}$	80	$1 \cdot 10^{-10}$	3,7
Овощи и корнеплоды	$2,7 \cdot 10^{-9}$	100		
Хлеб и хлебобулочные изделия. Макароны изделия.	$1,08 \cdot 10^{-9}$	40	$1 \cdot 10^{-8}$	3,7
Сахар, мука, крупы	$1,62 \cdot 10^{-9}$	60		
Консервированные продукты из овощей, фруктов и ягод садовых	$2 \cdot 10^{-9}$	74		
Свежие грибы.	$1 \cdot 10^{-8}$	370		
Прочие продукты питания				
Сушеные грибы	$6,75 \cdot 10^{-7}$	2500		
Садовые ягоды	$1,9 \cdot 10^{-9}$	70		
Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде	$1 \cdot 10^{-9}$	37	$5 \cdot 10^{-11}$	1,85
Специи, чай, мед	$1 \cdot 10^{-7}$	3700		
Дикорастущие ягоды и консервированные продукты из них	$5 \cdot 10^{-9}$	185		
Фрукты. Жиры растительные	$1,08 \cdot 10^{-9}$	40		

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

### *Погрешности измерения*

В результате радиометрических и дозиметрических измерений всегда получается приближенное значение измеряемой физической величины. Отклонение измеренного значения от истинного значения определяет погрешность измерений. Так как истинное значение неизвестно, не представляется возможным указать точное отклонение измеренного значения от истинного значения. Поэтому погрешности измерений тоже являются приближенными и, следовательно, определяются с некоторой погрешностью. Чем меньше погрешность, тем выше точность.

Различают случайные и систематические погрешности. Систематическая погрешность чаще всего остается постоянной на протяжении всей серии измерений. Важный источник систематических погрешностей – погрешности измерительной аппаратуры, например, неточно установленное нулевое положение стрелки измерительного прибора, неточно градуированный прибор и т.п. Систематические погрешности могут также возникнуть, если условия эксперимента отличаются от заданных теорией, а поправок на это несоответствие не сделано.

Систематические погрешности могут иметь и субъективный характер.

Систематическая погрешность может быть либо положительной, либо отрицательной; это означает, что экспериментальные результаты оказываются либо завышенными, либо заниженными по отношению к правильным значениям. Однако, знак систематической погрешности не меняется и при повторных измерениях. Повторные измерения с тем же прибором не позволяют обнаружить и устранить систематическую погрешность.

Систематические погрешности, как правило, не поддаются математическому анализу, и нельзя указать общих приемов их выявления и устранения. Гарантией устранения систематических погрешностей является безупречное выполнения правил эксплуатации и градуировки измерительной аппаратуры, грамотное обеспечение условий эксперимента, личный опыт экспериментатора.

Случайные погрешности всегда возникают при измерениях. Они служат причиной разброса результатов многократных измерений относительно истинного значения измеряемой величины. Случайная погрешность в одном и том же опыте меняется от измерения к измерению, как по абсолютному значению, так и по знаку. Случайные погрешности подчиняются законам случайных величин и оцениваются методами математической статистики на основе результатов многократных измерений изучаемой физи-

ческой величины.

#### Среднеквадратичная погрешность

Ниже приведены основные понятия, используемые при проведении измерений и анализе данных.

Правильность – близкое согласие между истинным значением и средним результатом, полученным с помощью определенного экспериментального метода для одного и того же образца, измеренного неоднократно. Правильность результатов анализа определяется величиной систематической ошибки. Чем меньше систематическая погрешность (отклонение), которая влияет на результат, тем точнее процесс измерения.

Воспроизводимость – подразумевает близкое согласие результатов, неоднократно полученных с помощью определенного экспериментального метода для одного и того же образца. Иными словами, воспроизводимость определяется отклонением повторных результатов от их среднего значения. Воспроизводимость результатов обусловлена случайными ошибками. Чем меньше случайная экспериментальная погрешность, тем более воспроизводима методика.

В любом аналитическом методе правильность и воспроизводимость конечных данных зависит от выполнения всех стадий методики, а не только от конечного измерения.

Чувствительность – это минимальная величина сигнала, которую с определенной степени достоверности может регистрировать прибор. В данном случае чувствительность зависит только от метода конечного определения.

Если чувствительность относится к минимальной концентрации определяемого вещества, которая может быть обнаружена в образце, тогда чувствительность зависит не только от метода конечного определения, но и от всей методики анализа.

Нижний предел определения – наименьшее количество или концентрация радионуклида, которую можно определить в образце при выбранной системе измерения и времени счета и заданном уровне достоверности.

При математическом представлении ошибок полученных данных выделяют абсолютную и относительные погрешности измерения.

Абсолютная ошибка – это разница в абсолютных цифрах между истинным (или наиболее достоверным) значением определяемой величины и полученным результатом, выраженная в единицах измеряемой величины.

Относительная ошибка – это отношение абсолютной ошибки к истинному или среднему значению измеряемой величины, выраженное в процентах.

Для характеристики случайной ошибки определяют следующие пара-

метры.

Вычисляют среднее арифметическое значение измеряемой величины по формуле

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i$$

где  $X_1, X_2 \dots X_n$  –  $n$  значений измеряемой величины при одинаковых условиях измерения.

Степень разброса величины  $X_i$  относительно среднего значения  $\bar{X}$  определяет дисперсия (или стандартное отклонение, среднеквадратичная ошибка)  $\delta$ . Она рассчитывается по следующим формулам:

*а) если число измерений  $n$  достаточно велико ( $n > 30$ )*

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

*б) если число измерений  $n$  — невелико ( $n > 2$ )*

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Дисперсия характеризует воспроизводимость метода измерения, а при большом числе измерений – достоверность.

Помимо вышеуказанных величин рассчитывают относительную погрешность:

$$W = \frac{\delta}{\bar{X}}$$

Она может быть выражена в процентах (%)

$$W = \frac{\delta}{\bar{X}} \cdot 100$$

Представляя значение измеряемой величины  $X_i$  указывают доверительный интервал значений, который принимает эта величина, например:

$$\bar{X} - \delta < X_i < \bar{X} + \delta \quad \text{или} \quad \bar{X} - 2\delta < X_i < \bar{X} + 2\delta \quad \text{и т.д.}$$

При этом указывается надежность  $L$  (коэффициент надежности, доверительная вероятность) – вероятность того, что новое значение измеряе-

мой величины попадет в доверительный интервал, например,  $L = 0,95$  ( или 95% ) – это означает, что при большом числе измерений каждые 95 значений величины из 100 будут попадать в интервал

$$\bar{X} \pm 2\delta,$$

$L = 0,997$  ( или 99,7 % ) – каждые 997 значений из 1000 будут попадать в интервал

$$\bar{X} \pm 3\delta,$$

$L = 0,7$  ( 70 % ) – каждые 70 значений измеряемой величины из 100 будут попадать в интервал

$$\bar{X} \pm \delta.$$

Иными словами, с надежностью  $L = 0,7$  значение измеряемой величины будет находиться в интервале

$$\bar{X} \pm \delta.$$

Если конечный результат состоит из нескольких измеряемых разными методами величин, то основные принципы теории ошибок могут быть сформулированы следующим образом.

1. Предельная абсолютная погрешность алгебраической суммы измеряемых величин равна сумме предельных абсолютных погрешностей слагаемых.
2. Относительная погрешность суммы не превышает наибольшую относительную погрешность отдельного слагаемого. Она заключена между наибольшей и наименьшей из относительных погрешностей слагаемых.
3. Относительная погрешность произведения или частного равна сумме относительных погрешностей сомножителей или, соответственно, делимого и делителя. (Из этого следует, что относительные погрешности  $n$ -ной степени в  $n$  раз больше относительной погрешности основания).

**Среднее арифметическое, дисперсию и относительную погрешность можно определить с помощью программы Excel:**

- для определения среднего арифметического в «Вставка функции»  $f_x$  / в окне **Мастер функций** в поле **Категории** выберите **Статистические**, в поле **Функция** при помощи полосы прокрутки пролистайте список названий функций, найдите и выберите **СРЗНАЧ / ОК** / в окне вставки функции справа от поля **Число 1** кнопка сворачивания выделите мышью диапазон

ячеек, для которых надо подсчитать среднее арифметическое / ОК;

- для определения дисперсии в «Вставка функции»  $f_x$  / в окне **Мастер функций** в поле **Категории** выберите **Статистические**, в поле **Функция** при помощи полосы прокрутки пролистайте список названий функций, найдите и выберите **ДИСП / ОК** / в окне вставки функции справа от поля **Число 1** кнопка сворачивания выделите мышью диапазон ячеек, для которых надо подсчитать дисперсию/ в свернутом окне вставки функции кнопка разворачивания / ОК;

- для определения относительной погрешности в «Вставка функции»  $f_x$  / в окне **Мастер функций** в поле **Категории** выберите **Математические**, в поле **Функция** введите АВС. в окне вставки функции справа от поля **Число 1** кнопка сворачивания введите: **адрес ячейки для дисперсии/ адрес ячейки для среднего арифметического / ОК /**.

Пример расчета показан в таблице:

	значения измеряемой величины $X_i$	25
		24
		28
		23
		24
		25
		26
		27
		24
		25
Дисперсия $\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$		2,322222
среднее арифметическое		
$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i$		25,1
относительная погрешность $W = \frac{\delta}{\bar{X}}$		0,092519

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бичан О.Д., Герасимова Л.К., Коваленко Е.И., Кулагова Т.А. Краткий конспект к общему курсу «Безопасность жизнедеятельности человека» в 3 ч. [Электронный ресурс]: ч. 1: «Основы экологии» для студентов специальностей 1-31 03 01 «Математика» (по направлениям), 1-31 03 02 «Механика и математическое моделирование» (по направлениям), 1-31 03 08 «Математика и информационные технологии», 1-31 03 09 «Компьютерная математика и системный анализ». Минск: БГУ, 2016. 79 с.

2. Бичан О.Д., Герасимова Л.К., Коваленко Е.И., Кулагова Т.А. Краткий конспект к общему курсу «Безопасность жизнедеятельности человека» в 3 ч. [Электронный ресурс]: Ч. 2: «Энергосбережение» для студентов специальностей 1-31 03 01 «Математика» (по направлениям), 1-31 03 02 «Механика и математическое моделирование» (по направлениям), 1-31 03 08 «Математика и информационные технологии», 1-31 03 09 «Компьютерная математика и системный анализ». Минск: БГУ, 2016. 31 с.

3. Бичан О.Д., Герасимова Л.К., Кулагова Т.А. Краткий конспект к общему курсу «Безопасность жизнедеятельности человека» в 3 ч. [Электронный ресурс]: Ч. 3 «Радиационная безопасность» для студентов специальностей 1-31 03 01 «Математика» (по направлениям), 1-31 03 02 «Механика и математическое моделирование» (по направлениям), 1-31 03 08 «Математика и информационные технологии», 1-31 03 09 «Компьютерная математика и системный анализ», Минск: БГУ, 2016. 69 с.

4. Основы экологии и радиационной безопасности: лаб. практикум/ С.Н. Черенкевич, Л.К. Герасимова. – Минск.: БГУ, 2000. 80 с.

5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000). Минск, 2000. 73 с.

6. Козлов, В. Справочник по радиационной безопасности. / В.Козлов. - М.: Энергоатомиздат, 1991. 352 с.

7. Савастенко В.А. Радиационная безопасность : учеб. пособие для вузов / В.А. Савастенко Гомель : БелГУТ, 2005. 151 с.

8. Савастенко В.А. Практикум по ядерной физике и радиационной безопасности : учеб. пособие для втузов Минск : Дизайн ПРО, 1998. 191 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Темы семинарских и практических занятий (дневная форма обучения).....	3
Раздел 1. Основы экологии .....	3
Раздел 2. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций .....	5
Раздел 3. Радиационная безопасность .....	7
Раздел 4. Основы энергосбережения .....	8
Раздел 5. Охрана труда .....	10
Темы семинарских и практических занятий (заочная форма обучения) .....	
Контрольные вопросы для промежуточного контроля знаний и контроля самостоятельной работы студентов .....	11
<i>Приложение 1.</i> Перечень вопросов для опроса по дозиметрическим величинам и их размерностям (единицам измерения).....	19
<i>Приложение 2.</i> Условия задач для практических занятий по разделу «Радиационная безопасность» .....	19
<i>Приложение 3.</i> Практические задания по измерению уровня радиоактивности образцов природных сред и по расчету защиты от излучения расстоянием и защитным экраном .....	22
Краткие сведения о математической обработке экспериментальных данных .....	33
Библиографический список .....	38

Учебное издание

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

**Методические рекомендации к общему курсу  
для студентов специальностей**

**1-31 03 01 «Математика (по направлениям)»,  
1-31 03 02 «Механика и математическое моделирование (по направле-  
ниям)»,  
1-31 03 08 «Математика и информационные технологии»,  
1-31 03 09 «Компьютерная математика и системный анализ»**

**С о с т а в и т е л и**

**Бичан Ольга Дмитриевна  
Герасимова Людмила Казимировна  
Кулагова Татьяна Александровна  
Хлудеев Иван Иванович**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *О. Д. Бичан*

Подписано в печать 09.06.2017. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.  
Усл. печ. 2,32 л. Уч.-изд. 2,17 л. Тираж 50 экз.

Белорусский государственный университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.  
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика  
на копировально-множительной технике  
физического факультета  
Белорусского государственного университета.  
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.