

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Казанский государственный технологический университет»

**БЕЗОПАСНОСТЬ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Методические указания  
к контрольной работе № 1

Казань  
КГТУ  
2007

Составители: проф. Б.М.Азизов  
проф. И.В.Чепегин  
ст. преп. Т.В.Андряшина  
ст. преп. С.А.Антонова

Безопасность жизнедеятельности : методические указания к контрольной работе № 1 / сост. Б.М. Азизов [и др.]. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 40 с.

Изложены учебная программа по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» (часть 1), содержание контрольной работы № 1 и даны методические указания по ее выполнению.

Предназначены для студентов механических специальностей заочной формы обучения.

Подготовлены на кафедре промышленной безопасности КГТУ.

Печатаются по решению методической комиссии по циклу общепрофессиональных дисциплин.

Рецензенты: проф. кафедры МАХП КГТУ (КХТИ) С.И.Поникаров,  
доц. кафедры ТГВ КГАСУ Л.Э.Осипова

*Корректор Ю.Е.Стыхарь*

Лицензия № 020404 от 6.03.97 г.

Подписано в печать 18.12.07.

Бумага писчая.

2,5 уч.-изд.л.

Печать Riso.

Тираж 200 экз.

Формат 60x84 1/16.

2,32 усл.печ.л.

Заказ 357 «С» 301

Издательство Казанского государственного технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского государственного  
технологического университета

420015, Казань, К.Маркса, 68

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (часть 1) – общепрофессиональная дисциплина, в которой рассматриваются вопросы безопасного взаимодействия человека со средой обитания (производственной, бытовой, природной) и способы защиты от вредных производственных факторов.

В процессе обучения у студентов формируются представления о неразрывном единстве эффективности профессиональной деятельности с требованиями безопасности и защиты человека в процессе труда. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека.

Основная задача дисциплины – дать обучаемым теоретические знания и практические навыки, необходимые:

- для создания комфортного (нормативного) состояния среды обитания в зонах трудовой деятельности и отдыха человека;
- для идентификации негативных воздействий среды обитания;
- для разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий;
- для проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и объектов экономики в соответствии с требованиями безопасности.

В дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» (ч.1) студенты изучают:

- правовые основы и организацию работ по безопасности жизнедеятельности;

- гигиену труда и производственную санитарию.

В результате изучения дисциплины будущий специалист должен:

- знать правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности;
- уметь осуществлять на практике мероприятия, направленные на сокращение производственного травматизма и профессиональных заболеваний;
- уметь контролировать соответствие параметров микроклимата, шума, вибрации, вредных веществ и других нормативным требованиям;
- эффективно применять средства защиты от вредных производственных факторов;
- уметь разрабатывать мероприятия по повышению безопасности производственной деятельности.

## 1 Программа дисциплины

### «Безопасность жизнедеятельности»

(часть 1)

#### Введение

Среда обитания человека: окружающая, производственная, бытовая. Взаимодействие человека со средой обитания, аксиома о потенциальной опасности процесса взаимодействия. Естественные и антропогенные, опасные и вредные факторы среды обитания. Влияние химических производств на условия жизнедеятельности человека и проблемы безопасности, обусловленные развитием химической и смежных с ней отраслей промышленности.

Современное состояние и динамика аварийности в химической индустрии. Последствия воздействия крупномасштабных технологических аварий на окружающую среду.

Основные задачи дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и ее роль в подготовке инженера-руководителя производств.

## 1.1 Общие вопросы безопасности жизнедеятельности

### 1.1.1 Правовые основы безопасности жизнедеятельности

Основные документы, регламентирующие безопасность человека в процессе труда (Конституция Российской Федерации, Трудовой кодекс РФ, постановления Правительства РФ, нормативно-правовые акты по охране труда и др.), Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Принципиальные основы построения и структура обозначения ССБТ.

Государственные, профсоюзные и ведомственные органы надзора и контроля безопасности труда, их права и обязанности.

Права, обязанности и ответственность работников и работодателей в области охраны труда. Виды ответственности.

Правовые основы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Его цели и основные положения.

Государственное управление в условиях ЧС. Единая государственная система по предупреждению и ликвидации ЧС (РСЧС). Полномочия органов самоуправления, задачи РСЧС.

### 1.1.2 Организация работ по безопасности жизнедеятельности

Организация службы безопасности труда на предприятии, ее функциональные задачи. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда.

Обучение работников безопасным методам производства работ и проведение инструктажа. Виды инструктажей по безо-

пасности труда, сроки их проведения и ответственные лица. Обеспечение работников правилами и инструкциями по безопасности труда.

Аттестация рабочих мест по условиям труда и ее задачи. Организация работы по проведению сертификации рабочих мест на соответствие требованиям безопасности.

Организация труда женщин и молодежи. Льготы, предоставляемые работающим во вредных условиях труда.

### 1.1.3 Производственный травматизм и профессиональные заболевания, мероприятия по их профилактике

Опасные и вредные производственные факторы и их классификация. Определение основных понятий: травма, несчастный случай, профессиональное заболевание.

Расследование и учет несчастных случаев в соответствии с «Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве». Методы анализа и показатели производственного травматизма.

Профессиональные заболевания: порядок расследования и учета. Организационные мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

## 1.2 Гигиена труда и производственная санитария

### 1.2.1 Основные вредные производственные факторы условий труда и их профилактика

Понятие о микроклимате производственных помещений. Влияние параметров микроклимата на здоровье и работоспособность человека, теплообмен между организмом человека и окружающей средой. Механизм терморегуляции человека.

Нормирование параметров микроклимата, понятие оптимальных и допустимых параметров. Основные способы нормализации микроклимата, методы и приборы контроля параметров микроклимата в производственном помещении.

Вредные вещества и их классификация. Пути поступления, распределения и превращения в организме. Факторы, определяющие действие вредных веществ на человека. Комбинированное действие вредных веществ. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) и предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. Средства коллективной и индивидуальной защиты от вредных веществ. Методы определения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Производственная пыль, пылевая патология и ее профилактика. Методы определения запыленности воздуха. Средства коллективной и индивидуальной защиты от пыли. Методы очистки воздуха от пыли и вредных веществ.

Назначение и классификация промышленной вентиляции. Естественная вентиляция, аэрация и дефлекторы. Механическая вентиляция. Расчет вентиляционного воздухообмена, требования к вентиляционным системам. Местная вентиляция. Кондиционирование воздуха.

Производственное освещение. Влияние света на здоровье человека и его работоспособность. Основные светотехнические величины, единицы их измерения. Системы и виды производственного освещения. Естественное освещение, гигиеническое нормирование естественного освещения. Методы расчета естественного освещения производственных помещений.

Искусственное освещение. Виды искусственного освещения по функциональному назначению. Характеристики источников света. Светильники, их виды и основные характеристики. Гигиеническое нормирование искусственного освещения. Методы

ды расчета искусственного освещения производственных помещений.

Производственный шум. Источники шума на производстве, влияние шума на организм человека. Физические характеристики шума, единицы измерения. Классификация производственных шумов. Нормирование шума, приборы и методы контроля шума на производстве. Средства защиты от шума.

Основные сведения о вибрации, источники вибрации на производстве. Действие вибрации на организм человека. Физические характеристики вибрации, единицы измерения. Классификация производственных вибраций. Нормирование параметров вибрации. Защита от вредного воздействия вибрации. Приборы для измерения параметров вибрации.

Неионизирующие излучения. Виды и источники неионизирующих излучений. Их воздействие на организм человека. Нормирование электромагнитных излучений. Средства защиты от электромагнитных полей.

Ионизирующие излучения. Виды и источники ионизирующих излучений. Основные единицы измерения. Биологическое воздействие радиоактивного излучения на организм человека. Нормы радиационной безопасности.

### 1.2.2 Гигиеническая оценка условий труда

Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Классификация условий труда. Гигиеническая оценка тяжести и напряженности труда. Общая оценка условий труда. Рекомендации по поддержанию высокого уровня работоспособности.

### 1.2.3 Требования безопасности к устройству и содержанию предприятий

Требования к генеральному плану и территории предприятия. Санитарно-защитные зоны между промышленными и населенными пунктами. Основные объемно-планировочные решения производственных зданий и сооружений. Принципы определения необходимых площадей вспомогательных помещений: санитарно-бытовых, здравпунктов, общепита и др. Санитарные требования по содержанию территории предприятия, производственных и вспомогательных помещений.

### Рекомендуемая литература

#### Основная

1. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов /С.В.Белов [и др.]; под общ. ред. С.В.Белова. 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. - 485 с.
2. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): учебное пособие для вузов /П.П.Кукин [и др.]. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 319 с.
3. Девисилов, В.А. Охрана труда: учебник/В.А.Девисилов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2005. – 448 с.
4. Глебова, Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие для вузов/Е.В.Глебова. – М.: Высшая школа, 2005. - 383 с.

#### Дополнительная

1. Макаров, Г.В. Охрана труда в химической промышленности /Г.В.Макаров [и др.]. – М.: Химия, 1989. – 496 с.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации: (по сост. на 5 сентября 2006г.). – М.: Юрайт-Издат, 2006. – 205 с.

3. Измеров, Н.Ф. Руководство по гигиене труда./ Н.Ф.Измеров [и др.]; под ред. Н.Ф.Измерова.. В 2-х томах. Т.1. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.

## 2 Методические указания по выполнению контрольной работы № 1

В соответствии с учебным планом при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» каждый студент заочной формы обучения выполняет две контрольные работы (№ 1 и № 2). Контрольные работы содержат ответы на теоретические вопросы (по 2 вопроса), выполнение заданий (по 1 заданию), решение задач (по 1 задаче). Контрольные работы выполняются студентами в течение семестра и высылаются в адрес университета на проверку (рецензирование) преподавателем. Успешное выполнение контрольных работ является обязательным условием допуска студента к сдаче экзамена по БЖД.

Вариант контрольной работы № 1 выбирается по двум признакам: начальной букве фамилии студента и последней цифре шифра, закрепленного за студентом (в соответствии с табл. 1).

Например, фамилия студента Степанова Л.Н., шифр 127014. В табл. 1 на пересечении строки «С, Т» с графой «4» находим вариант контрольных работ – 4.

Содержание контрольной работы № 1 в соответствии с выбранным вариантом представлено в табл. 2.

К контрольной работе предъявляются следующие требования:

1) работа должна быть полностью выполнена и аккуратно оформлена;

2) текст работы может быть рукописным или машинописным;

3) все страницы должны быть пронумерованы и на каждой оставлены поля (25-30 мм) для замечаний рецензента;

4) необходимые схемы и чертежи должны выполняться с использованием чертежных принадлежностей;

5) титульный лист работы оформляется в соответствии с образцом, приведенном в приложении. На первой странице необходимо указать вариант контрольной работы и его содержание, в конце работы приводится список использованной литературы, составленный в соответствии с библиографическими требованиями;

6) выполненная работа в конце обязательно подписывается студентом с указанием даты ее выполнения;

7) работа, оформленная с нарушением перечисленных требований, к рассмотрению не принимается.

Таблица 1

Варианты контрольных работ

Начальная буква фамилии	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А, Б	4	3	5	7	1	2	15	12	10	6
В, Г	2	13	14	8	9	11	5	6	1	12
Д, Е	11	7	3	14	13	1	10	8	15	9
Ж, З	5	8	6	10	12	4	2	11	7	13
И, К	6	12	15	11	3	8	9	14	4	10
Л, М	8	4	2	1	7	10	6	15	13	3
Н, О	9	1	8	6	2	14	12	7	5	4
П, Р	15	14	10	12	8	3	4	9	11	15
С, Т	12	2	1	3	4	15	1	5	14	11
У, Ф	10	5	4	9	15	6	3	2	12	8
Х, Ц	1	6	13	15	5	7	8	4	9	2
Ч, Ш	13	9	7	2	6	12	11	13	8	14
Щ, Э	14	10	9	4	11	13	7	1	3	5
Ю, Я	3	15	11	5	14	9	13	10	2	7

Сроки выполнения контрольной работы фиксируются учебным графиком. Выполненная работа рецензируется и оценивается преподавателем («зачтено» или «не зачтено»).

В случае отрицательной рецензии студент должен исправить все ошибки и дать исчерпывающие ответы. Стирать или зачеркивать замечания не разрешается. Исправленная работа направляется на повторное рецензирование. Исправления отдельно от работы не рассматриваются.

Таблица 2

Контрольная работа №1

Вариант	Вопросы	Задачи	Задача
1	8, 16	1	1
2	1, 32	1	2
3	13, 33	1	3
4	2, 31	1	4
5	10, 28	1	5
6	14, 20	1	3
7	11, 17	1	1
8	12, 19	1	5
9	3, 27	1	2
10	6, 18	1	4
11	4, 21	1	1
12	7, 29	1	2
13	5, 25	1	3
14	9, 23	1	4
15	15, 26	1	5

### 3 Вопросы

1. Законодательные и нормативные правовые акты по охране труда в Российской Федерации.
2. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Принципиальные основы построения и обозначения ССБТ.
3. Государственные органы надзора и контроля безопасности труда, их права и обязанности.

4. Права, обязанности и ответственность работодателей в области охраны труда.

5. Права, обязанности и ответственность работников в области охраны труда.

6. Профсоюзные и ведомственные органы надзора и контроля безопасности труда, их права и обязанности.

7. Виды ответственности за нарушение требований безопасности труда.

8. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (№ 68 – ФЗ от 21.12.94 г.). Его цели и основные положения.

9. Государственное управление в условиях чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система по предупреждению и ликвидации ЧС (РСЧС), ее задачи.

10. Организация службы безопасности труда на предприятии, ее функциональные задачи. Планирование и финансирование мероприятий по охране труда.

11. Обучение работников безопасным методам производства работ и проведение инструктажа. Виды инструктажей по безопасности труда, сроки их проведения и ответственные лица.

12. Аттестация рабочих мест по условиям труда и ее задачи. Организация работы по проведению сертификации рабочих мест на соответствие требованиям безопасности.

13. Организация труда женщин и молодежи. Льготы, предоставляемые работающим во вредных условиях труда.

14. Расследование и учет несчастных случаев на производстве. Методы анализа и показатели производственного травматизма.

15. Опасные и вредные производственные факторы, их классификация. Определение основных понятий: травма, несчастный случай, профессиональное заболевание.

16. Микроклимат производственных помещений. Влияние параметров микроклимата на здоровье и работоспособность человека. Механизм терморегуляции человека.

17. Оптимальные и допустимые метеоусловия микроклимата. Нормирование параметров микроклимата. Методы и приборы контроля параметров микроклимата в производственном помещении.

18. Вредные вещества и их классификация. Пути поступления, распределение и превращение в организме. Факторы, определяющие действие вредных веществ на человека.

19. Комбинированное действие вредных веществ. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) и предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

20. Производственная пыль, пылевая патология и ее профилактика. Методы определения запыленности воздуха.

21. Механическая вентиляция, ее назначение, преимущества и недостатки. Расчет вентиляционного воздухообмена.

22. Естественное освещение, гигиеническое нормирование естественного освещения. Методы расчета естественного освещения производственных помещений.

23. Искусственное освещение, виды искусственного освещения по функциональному назначению. Гигиеническое нормирование искусственного освещения. Методы расчета искусственного освещения производственных помещений.

24. Физические характеристики шума, единицы измерения. Воздействие шума на организм человека.

25. Классификация производственных шумов. Нормирование шума, приборы и методы контроля шума на производстве. Средства защиты от шума.

26. Физические характеристики вибрации, единицы измерения. Действие вибрации на организм человека. Защита от вредного воздействия вибрации.

27. Источники вибрации на производстве. Классификация производственных вибраций. Нормирование параметров вибрации. Приборы для измерения параметров вибрации.

28. Виды и источники неионизирующих излучений. Их воздействие на организм человека. Средства защиты от электромагнитных полей.

29. Нормирование неионизирующих излучений. Методы и средства контроля параметров неионизирующих излучений. Вредные факторы работы на персональном компьютере.

30. Виды и источники ионизирующих излучений. Основные единицы измерения. Биологическое воздействие радиоактивного излучения на организм человека.

31. Нормирование ионизирующих излучений. Дозы и пределы облучения. Ликвидация радиоактивных отходов. Радиационный контроль.

32. Классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Гигиеническая оценка тяжести и напряженности труда.

33. Санитарные требования к генеральному плану и территории предприятия. Санитарно-защитные зоны между промышленными предприятиями и населенными пунктами. Принципы определения необходимых площадей вспомогательных помещений: санитарно-бытовых, здравпунктов, общепита и др.



#### 4. Задание № 1

В производственном помещении размещены 2 отдельных технологических установки, состоящих из аппаратов и трубопроводов, работающих под избыточным внутренним давлением.

В процессе эксплуатации выделяются 2 вредных вещества в количестве  $G_1$  (из 1-й установки) и  $G_2$  (из 2-й установки), а также избыточное тепло от нагретых поверхностей оборудования и трубопроводов, наружная температура которых составляет  $t_{н} = 45^\circ\text{C}$ .

Требуется рассчитать необходимый воздухообмен при общеобменной вентиляции помещения.

Вариант задания соответствует варианту контрольной работы.

Исходные данные к заданию принимаются по табл. 3 и 4.

##### Указания к выполнению задания

Требуемое количество воздуха для общеобменной вентиляции при выделении вредных веществ определяется по формуле

$$L_{\text{ин}} = \frac{G_i}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пр}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1)$$

где  $G_i$  - количество выделяющегося  $i$ -го вредного вещества, мг/ч;

$C_{\text{ПДК}}$  - предельно допустимая концентрация  $i$ -го вредного вещества, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{пр}}$  - концентрация  $i$ -го вредного вещества в приточном воздухе мг/м<sup>3</sup>; она не должна превышать 30% ПДК, т.е.  $C_{\text{пр}} \leq 0,3 C_{\text{ПДК}}$ .

Количество вредного вещества  $G_i$ , выделяющегося из аппарата или трубопровода, работающих под внутренним

избыточным давлением, рассчитывается по формуле

$$G_i = 3,57 \cdot 10^{-2} \cdot n \cdot m \cdot p \cdot V \cdot \sqrt{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч}, \quad (2)$$

где  $n$  - коэффициент запаса, учитывающий возможное ухудшение герметичности оборудования и трубопроводов в период эксплуатации ( $n = 1,5 \div 2$ );

$m$  - коэффициент негерметичности оборудования и трубопроводов; принимается по табл. 5. При выполнении задания, считать, что рассматриваются новое оборудование и цеховые трубопроводы;

$p$  - избыточное давление в аппарате или трубопроводе, кПа;

$V$  - объем оборудования или трубопровода, занимаемый газовой (паровой) фазой, м<sup>3</sup>;

$T$  - абсолютная рабочая температура газа или пара в аппарате или трубопроводе, К;

$M$  - молярная масса газа (пара), кг/кмоль.

По формуле (2) подсчитываются количества  $i$ -го вредного вещества, выделяющиеся из аппаратов и трубопроводов, и путем их суммирования определяются значения  $G_1$  и  $G_2$ .

После этого по формуле (1) находятся величины  $L_{\text{ВВ1}}$  и  $L_{\text{ВВ2}}$ , т.е. требуемые расходы воздуха для устранения вредного воздействия каждого из выделяющихся вредных веществ.

При выполнении задания принять, что вредные вещества относятся к веществам аддитивного (однаправленного) действия. В этом случае расчетный расход воздуха составит:

$$L_{\text{ВВ}} = L_{\text{ВВ1}} + L_{\text{ВВ2}}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При выделении избыточного тепла требуемый объем воздуха равен:

$$L_T = \frac{Q_{\text{изб}}}{c \cdot \rho \cdot (t_{\text{yx}} - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{изб}}$  - количество избыточного тепла в помещении, кДж/ч;  
 $c$  - удельная теплоемкость воздуха;  $c = 1,01$  кДж/(кг·К);

$\rho$  - плотность приточного воздуха,  $\rho = 1,24 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $t_{\text{уд}}$  - температура воздуха, удаляемого из помещения, °С;  
 $t_{\text{пр}}$  - температура воздуха, подаваемого в помещение, °С.

Температура удаляемого воздуха определяется по формуле

$$t_{\text{уд}} = t_{\text{рз}} + \Delta t \cdot (H - 2), \quad (4)$$

где  $t_{\text{рз}}$  - температура воздуха в рабочей зоне (°С), которая должна соответствовать допустимой по норме температуре (табл.4-4);

$\Delta t$  - температурный градиент по высоте помещения,  $\Delta t = 0,5 \div 1,5 \text{ } ^\circ\text{С/м}$ ;

$H$  - расстояние от пола до центра вытяжных отверстий общеобменной вентиляции, м; можно принимать это расстояние равным высоте помещения;

2 - высота рабочей зоны, м.

Температура приточного воздуха  $t_{\text{пр}}$  при наличии избыточного тепла должна быть на  $5 \div 8 \text{ } ^\circ\text{С}$  ниже  $t_{\text{рз}}$ .

Общее количество избыточного тепла  $Q_{\text{изб}}$  можно представить в виде следующей суммы:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{эл}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{раб}}, \quad (5)$$

где  $Q_{\text{об}}$  и  $Q_{\text{пр}}$  - тепловыделения от нагретых поверхностей аппаратов и трубопроводов с известной температурой на наружной поверхности  $t_n = 45^\circ\text{С}$ ;

$Q_{\text{эл}}$  - тепловыделения от используемых электродвигателей;

$Q_{\text{осв}}$  - тепловыделения от источников искусственного освещения;

$Q_{\text{раб}}$  - тепловыделения от работающих.

Величина  $Q_{\text{об}}$  определяется по формуле

$$Q_{\text{об}} = \alpha \cdot F_{\text{ан}} \cdot (t_n - t_{\text{рз}}), \text{ Вт}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$$\alpha = 11,6 \sqrt{\omega} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$\omega$  - допустимая скорость движения воздуха в рабочей зоне, м/с (определяется по табл. 6);

$F_{\text{ан}}$  - площадь нагретой поверхности аппаратов,  $\text{м}^2$ ;

Для определения  $Q_{\text{пр}}$  используется аналогичная формула

$$Q_{\text{пр}} = \alpha \cdot F_{\text{пр}} \cdot (t_n - t_{\text{рз}}), \text{ Вт},$$

где  $F_{\text{пр}}$  - поверхность нагретых трубопроводов,  $\text{м}^2$ ;

$$F_{\text{пр}} = \pi \cdot d_{\text{пр}} \cdot l_{\text{пр}};$$

где  $d_{\text{пр}}$  и  $l_{\text{пр}}$  соответственно диаметр и длина нагретых трубопроводов, м.

Тепловыделения от электродвигателей рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{эл}} = 1000 \cdot k \cdot W_{\text{эл}}, \text{ Вт}, \quad (7)$$

где  $W_{\text{эл}}$  - общая мощность используемых электродвигателей, кВт;

$k$  - коэффициент загрузки, учитывающий долю перехода механической энергии в тепловую ( $k = 0,25$ );

Тепловыделения от источников искусственного освещения определяются в зависимости от типа источников:

- для люминесцентных ламп

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{л}}, \text{ Вт}, \quad (8)$$

где  $E$  - нормированная освещенность, лк;

$F$  - площадь освещения,  $\text{м}^2$  (принимается равной площади помещения);

$q_{\text{л}}$  - удельное тепловыделение от люминесцентных источников,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{лк}$ ; величина  $q_{\text{л}}$  определяется в зависимости от площади и высоты помещения по табл. 7);

- для ламп накаливания

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{н}}, \text{ Вт}, \quad (9)$$

где  $q_{\text{н}}$  - удельное тепловыделение от ламп накаливания,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{лк}$ ;  $q_{\text{н}} = 2,75 q_{\text{л}}$ .

Величина  $Q_{\text{раб}}$  может быть рассчитана по зависимости:

$$Q_{\text{раб}} = n_{\text{раб}} \cdot q_{\text{раб}}, \text{ кДж/ч} \quad (10)$$

где  $n_{\text{раб}}$  – максимальное количество работающих в одну смену;  
 $q_{\text{раб}}$  – выделения тепла одним работающим (кДж/ч), зависящее от категории выполняемой работы и температуры воздуха в рабочей зоне помещения (определяется по табл. 8).

После определения всех слагаемых, входящих в формулу (5), значения, полученные в Вт, следует перевести в кДж/ч, используя соотношение  $1 \text{ Вт} = 3,6 \text{ кДж/ч}$ .

Подсчитав  $Q_{\text{вз}}$ , по формуле (3) находим величину  $L_T$ .

В качестве расчетного значения требуемого расхода воздуха  $L$  (м<sup>3</sup>/ч) принимается максимальная величина из  $L_{\text{ВВ}}$  и  $L_T$ .

Таблица 3

Исходные данные к заданию №1

Исходные данные	Вариант задания															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Помещение:																
-длина м	24	24	24	24	24	36	36	36	36	36	48	48	48	48	48	
-ширина м	12	12	12	18	18	18	24	24	24	18	18	18	18	24	24	
-высота м	4,2	4,2	4,2	6,2	3,6	3,6	6,2	6,2	6,2	4,2	6,2	6,2	6,2	6,2	4,6	
Вредные вещества*:																
$V_{\text{в1}}$	19	20	22	25	24	1	7	23	4	14	2	16	14	18	3	
$V_{\text{в2}}$																
Количество аппаратов																
$N_1$	2	5	3	3	6	5	4	3	1	8	12	11	10	5	2	
$N_2$	1	2	3	1	2	4	2	6	5	3	1	4	10	5	5	
Рабочий объем I аппарата, м <sup>3</sup>																
$V_1$	6	8	4	2	4	8	5	6	4	2	5	8	6	2	10	
$V_2$	8	5	4	8	6	2	5	4	6	4	10	6	8	5	6	
Площадь I аппарата, м <sup>2</sup>																
$f_1$	20	30	60	50	45	75	70	45	60	15	20	30	40	50	30	
$f_2$	16	40	45	50	50	60	45	30	20	50	50	40	30	50	36	

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Избыточное давление, кПа $P_1$	400	300	500	300	250	300	500	600	800	250	400	500	600	800	500
$P_2$	800	500	600	400	300	600	800	600	800	450	500	300	400	600	500
Рабочая температура, °C $t_1$	80	90	130	18	160	90	20	120	130	80	140	90	24	80	90
$t_2$	20	80	25	60	110	25	160	80	60	20	90	110	130	160	140
Диаметры трубопроводов, мм $d_1$	50	75	25	50	75	120	100	75	80	50	100	120	75	80	120
$d_1$	80	100	25	50	100	80	50	75	120	75	100	80	50	80	50
Длина трубопроводов, м $l_1$	75	240	150	150	300	280	170	120	60	380	400	250	350	175	75
$l_2$	50	120	150	70	100	200	120	250	300	150	75	100	350	175	120
Мощность I электродвигателя, кВт** $\omega_1$	5	4	3	6	7	1	3	6	8	7	3	6	14	1	10
$\omega_2$	15	10	-	6	-	14	6	-	-	12	8	4	-	-	-
Освещенность и тип лампы*** Е, лк	100 Л	100 Л	75 Н	75 Н	75 Н	100 Л	100 Н	50 Л	50 Н	150 Л	150 Л	150 Н	75 Л	100 Н	50 Л
Количество работающих, $n_{\text{раб}}$	12	22	20	16	30	24	15	25	18	24	32	36	28	38	48
Категория выполняемой работы	IIa	IIb	IIb	IIb	IIa	III	III	IIb	IIb	IIa	IIb	III	IIb	IIa	IIb

Применяя

\* - вредные вещества обозначены цифрами, соответствующими их номеру в табл. 5;

- \*\* - количество электродвигателей, и столбуемых в установках, принять равным N1 и N2, соответственно;
- \*\*\* - при обозначении типа лампы буква Л обозначает люминесцентные лампы, Н - лампы накаливания

Таблица 4

Характеристики вредных веществ

№ п/п	Наименование вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Молярная масса
1	2	3	4
1	Аммиак	20	17
2	Ацетон	200	58,08
3	Бензол	5	78,12
4	Диоксан	10	88,1
5	Дихлорбензол	20	147
6	Кислота серная	1	98
7	Кислота соляная	5	36,5
8	Кислота уксусная	5	60,15
9	Ксилол	50	106,17
10	Нитрохлорбензол	1	157,5
11	Нитроэтан	30	75,07
12	Сероводород	10	34
13	Сероуглерод	1	76,13
14	Спирт метиловый	5	32
15	Спирт пропиловый	10	60,09
16	Спирт этиловый	1000	46,07
17	Углерода окись	20	28,01
18	Углерод четыреххлористый	20	153,82
19	Фенол	0,3	94,12
20	Формалин	0,5	30,03
21	Формальдегид	3	45,04
22	Фосфористый углерод	0,1	34
23	Фтористый водород	0,5	20
24	Циклогексанон	10	98,15
25	Этилтолуол	50	120

Таблица 5

Коэффициенты негерметичности оборудования и газопроводов m, допустимые по нормативным документам

Оборудование, сосуды, поршневые компрессоры и другое	Среда в оборудовании	Коэффициент негерметичности m, ч <sup>-1</sup>
1. Все технологическое оборудование, работающее под давлением		
1.1. Вновь установленное	То же, что и пожаро- и взрывоопасная	0,1·10 <sup>-2</sup>
1.2. Подвергающееся повторному испытанию	То же, что и пожаро- и взрывоопасная	0,5·10 <sup>-2</sup>
2. Трубопроводы для горючих, токсичных и сжиженных газов		
2.1. Цеховые	То же, что и горючая и прочие горючие газы	0,5·10 <sup>-2</sup>
2.2. Междуховые	То же, что и горючая и прочие горючие газы	0,1·10 <sup>-2</sup>
	Прочие горючие газы	0,2·10 <sup>-2</sup>

При условном диаметре трубопровода  $D_y > 250$  мм, коэффициенты умножают на поправочный множитель  $K = 250/D_y$ .

Таблица 6

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более**
Холодный	Ia	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1
	Iб	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
	IIa	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
	III	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*	0,1	0,2
	Iб	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75*	0,1	0,3
	IIa	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75*	0,1	0,4
	IIб	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75*	0,2	0,5
	III	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75*	0,2	0,5

\*При температуре воздуха на рабочих местах 25°C и выше величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

70% - при температуре 25°C;

65% - при температуре 26°C;

60% - при температуре 27°C;

55% - при температуре 28°C.

\*\*При температуре воздуха 26 - 28°C скорость движения воздуха, указанная для теплого периода года, должна соответствовать диапазону:

0,1 - 0,2 м/с - при категории работ Ia;

0,1 - 0,3 м/с - при категории работ Iб;

0,2 - 0,4 м/с - при категории работ IIa;

0,2 - 0,5 м/с - при категории работ IIб и III.

Таблица 7

Удельные тепловыделения от люминесцентных ламп

Тип светильника	Распределение потока света, %		Средние удельные выделения тепла Вт/м <sup>2</sup> ·лк для помещений площадью, м <sup>2</sup>					
			S > 200			S = 50 - 200	S < 50	
	вверх	вниз	При высоте помещения, м					
Прямое света	5	95	6,2	4,2	6,2	3,6	4,2	3,6
			0,067	0,056	0,074	0,058	0,102	0,077
Примущественно прямого света	25	75	0,082	0,071	0,087	0,073	0,122	0,190
			0,094	0,077	0,102	0,079	0,166	0,116
Диффузно го рассеянного света	50	50	0,094	0,077	0,102	0,079	0,166	0,116
Примущественно отраженного света	75	25	0,140	0,108	0,152	0,114	0,232	0,166
Отраженного света	95	5	0,145	0,108	0,154	0,264	0,264	0,161

Таблица 8

Зависимость тепловыделений от характера работы и температуры воздуха в помещении

Характер работы	Количество тепла, кДж/ч, выделяемого людьми при температуре воздуха в помещении			
	15°C	20°C	25°C	30°C
Состояние покоя	525	420	336	336
Легкая работа	567	546	525	525
Работа средней тяжести	756	735	714	714
Тяжелая работа	1050	1050	1050	1050

### 5 Задачи

Варианты задач определяются по предпоследней цифре шифра, закрепленного за студентом.

#### Задача № 1

Рассчитать виброизолятор в виде упругой прокладки квадратного сечения под компрессорную установку, работающую при числе оборотов  $n$ , об/мин. Общий вес установки (в ньютонах) равен  $G$ . Исходные данные для расчета приведены в таблице 9.

Методические указания к решению задачи

Предварительно задавшись числом амортизаторов  $K$  ( $4 \div 8$ ), определяем размер виброизолятора квадратного сечения  $A$ :

$$A = \sqrt{\frac{G}{K \cdot \sigma}}, \text{ м,}$$

где  $G$  – общий вес установки, н;  
 $\sigma$  – допускаемое напряжение, н/м<sup>2</sup>.

Таблица 9

Исходные данные

Вариант	Общий вес установки $G$ , н	Число оборотов установки, $n$ , об/мин	Материал виброизолятора	Допускаемое напряжение $\sigma$ , МПа	Динамический модуль упругости $E$ , МПа
0	4000	2400	Резина	0,08-0,10	4,0
1	3000	1200	Пробка натуральная	0,15-0,20	3,0
2	3500	960	Войлок простой пробки	0,20	8,0
3	2000	2600	Резина	0,08-0,10	4,0
4	5000	2000	Пробка натуральная	0,15-0,20	3,0
5	2500	2400	Войлок простой пробки	0,20	8,0
6	4500	1500	Резина	0,08-0,10	4,0
7	3500	1200	Пробка натуральная	0,15-0,20	3,0
8	4200	2100	Резина	0,08-0,10	4,0
9	3200	1600	Войлок простой пробки	0,20	8,0

Приняв общую высоту нагруженного амортизатора  $H$  ( $3 \div 10$  см), находим его рабочую высоту  $H_1$ :

$$H_1 = H - \frac{A}{8}, \text{ см.}$$

Определяем частоту собственных колебаний

виброизолированного агрегата  $f_0$ :

$$f_0 = 5 \sqrt{\frac{E}{\sigma \cdot H_1}}, \text{ Гц.}$$

Частота колебаний агрегата без виброизоляции  $f$ :

$$f = \frac{n}{60}, \text{ Гц}$$

Собственная частота агрегата  $f_0$  сравнивается с  $f$ . Если между ними не выполняется условие  $f = (3 \div 4)f_0$  в расчет вносятся изменения.

### Задача № 2

Рассчитать необходимое количество ламп накаливания для общего освещения производственного помещения категории «А» в зависимости от разряда выполняемой зрительной работы. Напряжение в сети 220 В.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 10.

Таблица 10

#### Исходные данные

Вариант	Длина помещения $A$ , м	Ширина помещения $B$ , м	Высота подвеса светильника $a$ и $h$ , м	Разряд зрительной работы	Коэффициент отражения стен $\rho$ , %	Коэффициент отражения потолка $\rho_{\text{п}}$ , %
0	8	6	2,2	II а	70	50
1	10	10	2,2	III г	50	30
2	18	10	2,5	III в	70	50
3	25	15	2,7	IV б	50	30
4	30	20	3,0	V в	30	10
5	6	5	3,0	VI	70	50
6	11	9	3,2	VII	50	30
7	15	11	3,2	VIII а	30	10
8	21	13	3,4	V а	50	30
9	23	16	3,7	VIII в	30	10

### Методические указания к решению задачи

Основной метод расчета — по коэффициенту использования светового потока, которым определяется поток, необходимый для создания требуемой освещенности горизонтальной поверхности при общем равномерном освещении с учетом света, отраженного стенами и потолком. Расчет для лампы накаливания выполняется по формуле

$$F = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot u},$$

где  $F$  — световой поток одной лампы, лм;

$E$  — нормированная освещенность, лк (определяется по справочной литературе в зависимости от разряда выполняемой зрительной работы);

$S$  — площадь помещения,  $\text{м}^2$ ;

$z$  — поправочный коэффициент светильника ( $z = 1,1 \div 1,3$ );

$k$  — коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности при эксплуатации ( $k = 1,1 \div 1,3$ );

$n$  — число светильников;

$u$  — коэффициент использования, зависящий от типа светильника, показателя (индекса) помещения, коэффициентов отражения (табл.11). Индекс помещения  $i$  определяется по формуле

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}$$

Таблица 11

#### Коэффициент использования $u \cdot 10^2$

Тип светильника	Коэффициент отражения		Индекс помещения $i$						
	$\rho_{\text{п}}$	$\rho_{\text{ст}}$	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
ВЗГ без отражателя	70	50	28	30	32	34	36	38	39
	50	30	21	22	24	26	28	30	31
	30	10	16	17	18	20	22	23	25

После определения светового потока, задавшись  $n$ , по табл.12 выбирается ближайшая стандартная лампа. Если фактический световой поток отличается от расчетного более чем на -10 и +20%, необходимо изменить количество светильников или мощность ламп.

Таблица 12

Лампы накаливания

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
В,Б	25	230
Б (БК)	40	415 (460)
Б (БК)	60	715 (790)
Б (БК)	75	950 (1020)
Б (БК)	100	1350 (1450)
Б, Г	200	2920
Г	300	4610
Г	500	8300
Г	1000	18600

В – вакуумные; Б – бесспиральные; Г – газонаполненные; К – с криптоновым наполнением.

Задача № 3

Определить требуемую площадь световых проемов и количество окон для естественного одностороннего бокового освещения производственного помещения, расположенного в III световом поясе. Остекление вертикальное, рамы деревянные двойные.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 13.

Методические указания к решению задачи

При боковом естественном освещении требуемая

площадь световых проемов определяется по формуле

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_n \cdot K_z \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau_0} K_{зд}, \text{ м}^2,$$

где  $S_n$  – площадь пола помещения,  $\text{м}^2$ ;  
 $e_n$  – нормированное значение коэффициента естественного освещения (КЕО), %, зависящее от светового пояса и разряда зрительной работы (определяется по справочной литературе);  
 $K_z$  – коэффициент запаса ( $K_z=1,2 - 2,0$ );  
 $\eta_0$  – световая характеристика окна (табл.14);  
 $K_{зд}$  – коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями;  
 $r$  – коэффициент, учитывающий отражение света от стен, потолка и пола при боковом освещении;  
 $\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания.

Таблица 13

Исходные данные

Вариант задачи	Длина помещения А, м	Ширина (глубина) помещения В, м	Высота помещения (от верхнего края светового проема до уровня рабочей плоскости) h, м	Разряд зрительной работы	Коэффициент затемнения окон противостоящими зданиями, $K_{зд}$	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен, пола
0	6	6	4	V	1,7	0,3
1	10	5	3	IV	1,4	0,4
2	15	6	5	III	1,2	0,5
3	20	6	4	VI	1,0	0,3
4	24	8	3	VII	1,1	0,5
5	16	5	4	VIII	1,4	0,4
6	30	6	4	V	1,7	0,4
7	12	5	3	VI	1,0	0,5
8	4	4	2	III	1,2	0,3
9	6	4	3	IV	1,7	0,5



$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4,$$

где  $\tau_1$  - коэффициент потери света в материале остекления (для одинарного листового стекла  $\tau_1 = 0,9$ ; для двойного -  $\tau_1 = 0,8$ ; для тройного -  $\tau_1 = 0,75$ );

$\tau_2$  - коэффициент потери света в переплетах световых проемов (для деревянных одинарных переплетов  $\tau_2 = 0,75$ , спаренных -  $\tau_2 = 0,7$ , двойных раздельных -  $\tau_2 = 0,6$ );

$\tau_3$  - коэффициент потери света из-за загрязнения остекленной поверхности (для производственных помещений при вертикальном остеклении  $\tau_3 = 0,65 - 0,8$ );

$\tau_4$  - коэффициент потери света в несущих конструкциях производственного помещения ( $\tau_4 = 0,8 - 0,9$ ).

Таблица 14

Световая характеристика окна  $\eta_0$

Параметр A/B	Параметр B/h							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	20	21	22	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Определив общую требуемую площадь световых проемов и задавшись размерам окна, нетрудно рассчитать необходимое количество окон для бокового освещения производственного помещения.

#### Задача № 4

Рассчитать молниезащиту производственного здания, помещения которого по ПУЭ («Правила устройства электроустановок») имеют взрывоопасные зоны В-Ia. В качестве защиты использовать одиночный стержневой или одиночный тросовый молниеотводы. Исходные данные в таблице 15.

Таблица 15

Исходные данные

Вариант	Длина здания L, м	Ширина здания S, м	Высота здания $h_x$ , м	Интенсивность грозовой деятельности, ч/год
0	60	25	25	30
1	50	40	15	50
2	80	15	20	70
3	30	20	10	10
4	25	25	12	60
5	100	40	30	40
6	70	35	15	110
7	45	30	20	15
8	180	40	30	75
9	30	30	10	20

#### Методические указания к решению задачи

Ожидаемое количество поражений молний в год зданий и сооружений прямоугольной формы определяется по формуле:

$$N = [(S + 6h) \cdot (L + 6h) - 7,7h] \cdot n \cdot 10^{-6}$$

где  $n$  - среднегодовое число ударов молнии в 1 км<sup>2</sup> земной поверхности в месте расположения здания или сооружения (удельная плотность ударов молнии в землю). Значение  $n$  в зависимости от интенсивности грозовой деятельности приведены в табл.16.

Таблица 16

Среднегодовое число ударов молнии

Интенсивность грозовой деятельности, ч/год	n
10-20	1
20-40	3
40-60	6
60-80	9
80 и более	12

По найденному значению  $N$  определяется тип зоны защиты. Для зданий и сооружений, которые согласно ПУЭ имеют зоны классов В-Ia, В-Iб, В-IIa при  $N > 1$  – зона защиты типа А (зона А), при  $N \leq 1$  – зона защиты типа Б (зона Б).

При выборе типа молниевывода необходимо учитывать размеры защищаемого здания и форму зоны защиты, обеспечиваемую молниевыводом. Зоной защиты молниевывода называют часть пространства, примыкающую к молниевыводу, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Зона защиты типа А обладает степенью надежности 99,5%, а зона защиты типа Б – 95%.

Одиночный стержневой молниевывод имеет зону защиты в виде конуса и его целесообразно использовать для защиты зданий и сооружений, у которых размеры  $S$  и  $L$  не сильно отличаются друг от друга.

Одиночный тросовый молниевывод обеспечивает зону защиты вытянутой формы и применяется обычно для защиты протяженных объектов.

Расчет размеров зоны защиты одиночного стержневого молниевывода проводится по формулам

$$\begin{aligned} \text{Зона А} \quad h_0 &= 0,85 h \\ R_0 &= (1,1 - 0,002 h) h \\ R_x &= (1,1 - 0,002 h) * (h - h_x / 0,85) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Зона Б} \quad h_0 &= 0,92 h \\ R_0 &= 1,5 h \\ R_x &= 1,5 * (h - h_x / 0,92) \end{aligned}$$

Размеры зоны защиты одиночного тросового молниевывода определяются по формулам

$$\begin{aligned} \text{Зона А} \quad h_0 &= 0,85 h \\ R_0 &= (1,35 - 0,0025 h) * h \\ R_x &= (1,35 - 0,0025 h) * (h - h_x / 0,85) \\ \text{Зона Б} \quad h_0 &= 0,92 h \\ R_0 &= 1,7 h \\ R_x &= 1,7 * (h - h_x / 0,92) \end{aligned}$$

где  $h$  – высота молниевыводов, м;

$h_0$  – высота зоны защиты над землей, м;

$R_0$  – радиус зоны защиты на уровне земли, м;

$R_x$  – радиус зоны защиты на высоте  $h_x$  над землей, м.

При заданных размерах объекта молниезащиты можно предварительно определить требуемый радиус  $R_x$ .

Для одиночного стержневого молниевывода

$$R_x = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{S}{2}\right)^2} + a,$$

Для одиночного тросового молниевывода

$$R_x = \frac{S}{2} + a,$$

где  $a = 1 - 1,5$  м.

При известных величинах  $h_x$  и  $R_x$  из приведенных выше формул нетрудно найти требуемую высоту молниевыводов.

Например, для зоны Б:

- высота одиночного стержневого молниеотвода составит:

$$h = \frac{R_x + 1,63 \cdot h_x}{1,5}$$

- высота одиночного тросового молниеотвода:

$$h = \frac{R_x + 1,85 \cdot h_x}{1,7}$$

После проведения расчетов необходимо вычертить в масштабе схему зоны молниезащиты с эскизом производственного здания (объект должен полностью вписываться в границы зоны защиты).

### Задача № 5

Исходя из условия безопасности эксплуатации и предотвращения ожогов персонала рассчитать толщину тепловой изоляции химического реактора, установленного в помещении. Исходные данные в таблице 17.

Таблица 17

Исходные данные			
Вариант	Диаметр реактора $D_a$ , мм	Температура среды в реакторе, $T_a$ , °C	Температура воздуха в помещении, $T_0$ , °C
1	500	800	20
2	600	70	22
3	750	600	23
4	800	400	25
5	1000	300	30
6	1200	80	20
7	1500	460	25
8	2000	350	20
9	3000	80	30
0	3400	300	20

### Методические указания к решению задач

1. Определяется средняя температура теплоизоляционного слоя:

$$T_{cp} = \frac{T_a + T_n}{2}$$

где  $T_n$  – температура наружной поверхности теплоизоляции (принимается согласно СНиП 2.04.05-91, равной 45°С).

2. Исходя из условия эксплуатации (максимальной температуры стенки аппарата равной  $T_a$ ) выбирается теплоизоляционный материал и рассчитывается коэффициент теплопроводности  $\lambda$  (таблица 18).

3. Определяется коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  от поверхности окружающему воздуху [ккал/м<sup>2</sup> г град].

Для аппаратов диаметром  $D_n < 2000$  мм:

$$\alpha = 8,1 + 0,045 \cdot (T_n - T_0)$$

Для аппаратов диаметром  $D_n \geq 2000$  мм:

$$\alpha = 8,4 + 0,06 \cdot (T_n - T_0)$$

4. Определяется толщина слоя теплоизоляции,  $\delta$ .

Таблица 18

Коэффициент теплопроводности		
Максимальная допустимая температура эксплуатации, $T_{max}$ , °C	Материал теплоизоляции	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , ккал/м ч °C
900	Вермикулит в засыпку	$\lambda = 0,60 + 0,00023 t_{cp}$
600	Минеральная вата в набивку под сетку	$\lambda = 0,055 + 0,00017 t_{cp}$
500	Советизмастичный	$\lambda = 0,085 + 0,00009 t_{cp}$
450	Асботкань в несюльную слои	$\lambda = 0,11 + 0,00022 t_{cp}$
100	Войлок строительный	$\lambda = 0,038 + 0,00018 t_{cp}$

Для аппаратов диаметром  $D_n < 2000$  мм из уравнения определяем значение правой части, обозначив ее величиной  $\beta$ :

$$\left(\frac{D_{из.}}{D_n}\right) \cdot \ln\left(\frac{D_{из.}}{D_n}\right) = \frac{2\lambda \cdot (T_a - T_n)}{\alpha \cdot D_n \cdot (T_n - T_o)},$$

где  $D_{из.}$  – диаметр аппарата с изоляцией.

Затем по таблице 19 находим отношение  $(D_{из.}/D_n)$ , соответствующее вычисленной величине  $\beta$ .

Таблица 19

Значения  $D_{из.}/D_n$

$\beta$	$D_{из.}/D_n$	$\beta$	$D_{из.}/D_n$	$\beta$	$D_{из.}/D_n$	$\beta$	$D_{из.}/D_n$	$\beta$	$D_{из.}/D_n$
0	1,00	0,16	1,15	0,9	1,7	1,92	2,30	3,01	2,90
0,01	1,01	0,22	1,20	0,98	1,75	2,00	2,35	3,29	3,00
0,02	1,02	0,28	1,25	1,06	1,8	2,10	2,40	3,72	3,20
0,03	1,03	0,34	1,30	1,14	1,85	2,19	2,45	4,38	3,50
0,04	1,04	0,40	1,35	1,22	1,9	2,29	2,50	5,55	4,00
0,05	1,05	0,47	1,40	1,39	2,00	2,38	2,55	6,27	4,30
0,06	1,06	0,54	1,45	1,47	2,05	2,48	2,60	6,77	4,50
0,07	1,07	0,61	1,50	1,56	2,10	2,58	2,65	7,26	4,70
0,08	1,08	0,68	1,55	1,65	2,15	2,68	2,70	7,52	4,80
0,09	1,09	0,75	1,60	1,73	2,20	2,78	2,75	7,78	4,90
0,1	1,10	0,83	1,65	1,20	2,25	2,88	2,80	8,05	5,00

Толщина слоя теплоизоляции определяется по формуле

$$\delta_{из.} = \frac{D_n}{2} \cdot \left[ \left( \frac{D_{из.}}{D_n} \right) \right] - 1.$$

Для аппаратов диаметром  $D_n \geq 2000$  мм:

$$\delta_{из.} = \frac{\lambda \cdot (T_a - T_n)}{\alpha \cdot (T_n - T_o)}.$$

Приложение

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Казанский государственный технологический  
университет»

Кафедра промышленной безопасности

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Контрольная работа № 1

Студент \_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О.)

Группа № \_\_\_\_\_  
Шифр \_\_\_\_\_

200\_\_/0\_\_ учебный год