



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

В.Н. Стаценко

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
сварочного производства

А.В. Гридасов

«15» октября 2015 г.

«15» октября 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретические основы надежности технических систем
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Форма подготовки заочная

курс 3 семестр

лекции 6 час.

практические занятия 6 час.

лабораторные работы 6 час.

в том числе с использованием МАО лек. 2 пр. - лаб. 4 час.

всего часов аудиторной нагрузки 18 час.

в том числе с использованием МАО 6 час.

самостоятельная работа 117 час.

в том числе на подготовку к экзамену 9 час.

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены семестр

зачет - семестр

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 03.09.2015 № 957.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры сварочного производства, протокол № 3 от «15» октября 2015 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент, Гридасов А.В.

Составитель (ли): к.т.н., Гридасова Е.А.

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы надежности технических систем» предназначена для направления 15.03.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа и включает в себя: лекционные занятия 18/6 часов, лабораторные занятия 18/6 часов, практические работы 18/6 часов, самостоятельная работа студентов 90/22 часов. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре.

Дисциплина «Теоретические основы надежности технических систем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана (Б1.В.ДВ.3.2).

Дисциплина «Теоретические основы надежности технических систем» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Теория вероятности и математическая статистики», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Физика», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Техническая механика» и др.

Цель

Сформировать у студентов представление в таких вопросах как:

- анализ надёжности технических систем;
- формировать выводы о техногенном риске;
- изучить методы уменьшения возникновения техногенного риска.

Задачи:

- способствовать развитию знаний о надёжности технических систем и о техногенном риске, а также их взаимодействии;
- сформировать навыки по самостоятельному обучению новым методам исследования критерий опасности и их предупреждения;

- выработать умение выявлять научно-технические проблемы и присущие им противоречия в опасной среде;
- сформировать основные умения, необходимые для организации и проведения самостоятельных исследований и предупреждающих действий в опасной промышленной среде (сфера промышленной безопасности);

Для успешного изучения дисциплины «Теоретические основы надежности технических систем» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-1 - умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-11 - способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.

ПК-12 - способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств.

ПК-13 - способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование.

ПК-14 - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

ПК-16 - умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ПК-15 - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - нормативные и информационные базы, касающиеся анализируемых технологий, оборудования, сферы деятельности и т.п.; - правила организации при различных видах опасности; - методы по доводке и освоению технологических процессов; - методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - составлять базовую, проектную и сопровождающую документацию при проведении технологических сварочных процессов и сопутствующей металлообработки; - применять метрологические методики и средства измерений при анализе качества процессов исследуемой трудовой деятельности.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - нормативные и информационные базы, касающиеся анализируемых технологий, оборудования, сферы деятельности и т.п.
<p>ПК-17 - умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения.</p>	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - нормативные правила и саму единую систему конструкторской документации (ЕСКД); - методологию проектной деятельности; - основные технологические сварочные процессы и металлообработки; - основные критерии подбора материалов в зависимости от условий эксплуатации конструкций.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - проявлять изобретательность и логичность для организации и модернизации элементов промышленной среды; - применять прогрессивные методы и подходы к испытаниям материалов.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - знаниями в сфере деятельности и личностными качествами для организации мероприятий по наладке оборудования и технологий, а также выявлению и предупреждению опасности; - основными методами анализа.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теоретические основы надежности технических систем» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ)

- Мастер – класс

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18/6 ЧАС., МАО – 4/2 ЧАС.)

Раздел 1. Основные методические положения теории надежности и техногенного риска. (3,6/1,2 час.), МАО – 1/0,5 час.)

Тема 1. Техносфера, техника, техническая система (1,2/0,4 час., МАО – 1/0,5 час.)

Источники опасности, номенклатура, квантификация, идентификация опасностей (определения); основные положения теории риска, классификация (индивидуальный, техногенный, экологический, социальный, экономический); основы методологии анализа и управления риском;

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Тема 2. Надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость (1,2/0,4 час., МАО – -/- час.)

Общие понятия (ГОСТ 27.002-89); исправность, неисправность, работоспособность, неработоспособность (определения ГОСТ 27.002-89); дефекты, повреждения, отказы (ГОСТ 27.002-89); временные понятия (наработка, ресурс, срок службы ГОСТ 27.002-89); техническое обслуживание и ремонт.

Тема 3. Показатели надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости (1,2/0,4 час., МАО – -/- час.)

Комплексные показатели надежности (ГОСТ 27.002-89); резервирование (функциональное, структурное, временное, информационное, нагрузочное ГОСТ 27.002-89); нормирование надежности (ГОСТ 27.002-89); обеспечение, определение и контроль надежности (ГОСТ 27.002-89).

Раздел 2. Контроль надежности, испытания на надежность (4,8/1,6 час., МАО – 1/0,5 час.)

Тема 1. Испытания на надежность (1,2/0,4 час., МАО – -/- час.)

Классификация испытаний на надежность. Стандарты испытаний на надежность (ГОСТ 27.002-89), (ГОСТ 27.002-89).

Тема 2. Классификация внешних воздействующих факторов. (3,6/1,2 час., МАО – 1/0,5 час.)

Влияние внешних факторов - температуры, солнечной радиации, влажности, атмосферного давления, ветра, гололеда, воздействие примесей воздуха, биологических факторов, старения материалов.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Раздел 3. Методы определения надежности систем. (2,4/0,8 час., МАО – 1/0,5 час.)

Тема 1. Методы оценки надежности (1,2/0,4 час., МАО – -/- час.)

Описаны основные периоды эксплуатации машины; понятие испытаний на надежность, унификация испытаний; классификация испытаний на надежность; стадии испытаний, задачи унифицированных методик испытаний;

Тема 2. Теоретические законы распределения отказов (1,2/0,4 час., МАО – 1/0,5 час.)

Случайное событие, случайная величина, биномиальный закон, закон Пуассона, экспоненциальный закон, гамма-распределение, распределение Вейбулла, нормальное распределение, усеченное нормальное распределение, распределение Рэлея;

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Раздел 4. Инженерные методы исследования безопасности технических систем (1,2/0,4 час., МАО – 1/0,5 час.)

Тема 1. Выбор закона распределение отказов при расчете надежности (1,2/0,4 час., MAO – 1/0,5 час.)

Приведены основные понятия и характеристики, оцениваемые при испытании на надежность; основы теории расчета надежности технических систем; методика исследования надежности технических систем; выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования; причины отказа изделия раньше установленного ресурса; содержание информационного отчета по безопасности процесса.

Лекция проводится с использованием элементов метода активного обучения «Case-study».

Раздел 5. Способы обеспечения безопасной эксплуатации технических систем (6/2 час., MAO – -/- час.)

Тема 1. Системный подход к анализу возможных отказов (1,2/0,4 час., MAO – -/- час.)

Приведены основные методы организации и проведения экспертизы технических систем (причины, задачи и содержание экспертизы; организация экспертизы; подбор экспертов; экспертные оценки; опрос экспертов; оценка согласованности суждений экспертов); технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления; обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.

Тема 2. Пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации (1,2/0,4 час., MAO – -/- час.)

Приведены основные организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации; методы повышения надежности нефтепромыслового оборудования; нормативные показатели безопасности технических систем; мероприятия по обеспечению безопасности (классификация критически важных объектов по значимости, по видам угроз).

Тема 3. Правовые аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью (3,6/1,2 час., MAO – -/- час.)

Приведена классификация промышленных объектов по степени опасности, оценка опасности промышленного объекта, требования к размещению промышленного объекта, система лицензирования, экспертиза промышленной безопасности, информирование государственных органов и общественности об опасностях и авариях, ответственность производителей, учет и расследование, участие органов местного самоуправления и общественности в процессах обеспечения промышленной безопасности, государственный контроль и надзор за промышленной безопасностью.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18/6 час.)

Семинарское занятие 1. Обеспечение надежности и безопасности технических систем на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации (3,6/1,2 час.)

Содержание занятия: заранее (за 2-3 недели) студенты выбирают следующие темы для оформления реферата и подготовки доклада на 10-15 мин:

1. Конструктивные способы обеспечения надежности.
2. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления.
3. Обеспечение надежности в условиях эксплуатации.
4. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.
5. Пути повышения надежности технических систем при эксплуатации.

В материалах занятия представляется рассматриваемая проблема, создана проблемная ситуация, это значительно активизирует подготовку обучающихся к занятию. По заданным темам занятия представляется рекомендованная литература, выявляются материалы конспекта, необходимые для ознакомления с заданной темой. Для иллюстрации материала доклада студенты представляют

презентацию с различными слайдами и видеофильмами. В ходе семинара педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

- оценку выступления каждого студента и группы в целом;
- оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
- ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
- пожелания по подготовке к очередному семинару.

Семинарское занятие 2. Исследование основных показателей надежности. Надежность элемента, работающего до первого отказа (3,6/1,2 час.)

Содержание занятия: заранее (за 2-3 недели) студенты выбирают следующие темы для оформления реферата и подготовки доклада на 10-15 мин:

1. Анализ видов и последствий отказов
2. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.
3. Причины отказа изделия раньше установленного ресурса.
4. Категории преждевременных отказов

В материалах занятия представляется рассматриваемая проблема, создана проблемная ситуация, это значительно активизирует подготовку обучающихся к занятию. По заданным темам занятия представляется рекомендованная литература, выявляются материалы конспекта, необходимые для ознакомления с заданной темой. Для иллюстрации материала доклада студенты представляют презентацию с различными слайдами и видеофильмами. В ходе семинара педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

- оценку выступления каждого студента и группы в целом;

- оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
- ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
- пожелания по подготовке к очередному семинару.

Семинарское занятие 3. Техногенные катастрофы (3,6/1,2 час.)

Занятие представлено в виде презентации с демонстрацией видеофильмов на темы:

1. «Фукусима, два года спустя»;
2. «Фокус Фукусимы»;
3. «Чернобыль, за секунду до катастрофы»;
4. «Катастрофа на Саяно-Шушенской ГЭС».

В материалах занятия представляется рассматриваемая проблема, создана проблемная ситуация, это значительно активизирует подготовку обучающихся к занятию. По заданным темам занятия представляется рекомендованная литература, выявляются материалы конспекта, необходимые для ознакомления с заданной темой. Для иллюстрации материала доклада студенты представляют презентацию с различными слайдами и видеофильмами. В ходе семинара педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

- оценку выступления каждого студента и группы в целом;
- оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
- ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
- пожелания по подготовке к очередному семинару.

Практическое занятие 4. Определение предотвращенного экологического ущерба от выбросов в атмосферный воздух (2,4/0,4 час.)

В материалах занятия расчетом определяется величина предотвращенного экологического ущерба от снижения выбросов загрязняющих веществ (газов и аэрозолей) в атмосферу в денежном выражении.

В ходе практического занятия семинара педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

- оценку выступления каждого студента и группы в целом;
- оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
- ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
- пожелания по подготовке к очередному семинару.

Практическое занятие 5. Расчет концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе, содержащихся в выбросах предприятий (2,4/0,4 час.)

В материалах занятия расчетом определяется концентрация вредных веществ в воздухе на разных расстояниях от одинарного источника.

В ходе практического занятия педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

- оценку выступления каждого студента и группы в целом;
- оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
- ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
- пожелания по подготовке к очередному семинару.

Практическое занятие 6. Расчет концентрации токсичных компонентов на рабочем месте сварщика при естественной конвекции (2,4/0,4 час.)

В материалах занятия расчетом определяется концентрация вредных веществ в воздухе рабочего места сварщика на разных расстояниях от места сварки.

В ходе практического занятия педагог-руководитель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные. Вопросы, возникающие в ходе семинара, разрешаются самими студентами.

Заключительное слово преподавателя содержит:

- оценку выступления каждого студента и группы в целом;
- оценку уровня обсуждения вопросов в целом;
- ответы на вопросы, которые не получили должного освещения в ходе семинара;
- пожелания по подготовке к очередному семинару.

Лабораторные работы (18/6 час.), МАО – 10/4 час.

Лабораторная работа №1. Измерение концентрации аэрозолей в рабочем месте сварщика (4,5/1,5 час.), МАО – 2,5/1 час.

Цель занятия:

Измерение концентрации аэрозолей в рабочем месте сварщика.

Используемое оборудование и методики измерений.

1. Методика отбора проб воздуха для анализа.
2. Аналитические аэрозольные фильтры АФА .
3. Аллонж с пластмассовой емкостью, aspirator.
4. Аналитические электронные весы.
5. Методика измерения концентрации.

План занятия:

- ознакомление с теоретической частью.
- проведение испытаний.
- обработка результатов испытаний.
- подготовка отчета.

- ответы на контрольные вопросы.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Мастер класс»- обсуждение методики проведения весового измерения и обработки данных.

Лабораторная работа №2. Исследование содержания углекислого газа на рабочем месте сварщика (4,5/1,5 час.), МАО – 2,5/1 час.

Цель занятия: изучение методики измерения содержания углекислого газа на рабочем месте сварщика, сравнение с ПДК.

Используемое оборудование и методики измерений.

1. Методика отбора проб газов для анализа.
2. Методики измерения концентрации токсичных газов (СО, СО₂).
3. Методика приведения показаний прибора к условиям +20 °С и 760 мм.рт.ст.
4. Интерферометр ШИ-10.
5. Газоопределители типа ГХ-М,аспиратор АМ-5.
6. Методика пересчета показаний приборовиз % в мг/м³.

План занятия:

- ознакомление с теоретической частью.
- проведение исследований.
- обработка результатов исследований.
- подготовка отчета.
- ответы на контрольные вопросы.

Лабораторная работа проводится с использованием элементов метода активного обучения «Мастер класс»- обсуждение методики проведения весового измерения и обработки данных.

Лабораторная работа №3. Испытания материалов на растяжение (4,5/1,5 час.), МАО – 2,5/1 час.

Цель занятия:

Изучение поведения материалов при растяжении до разрушения; определение механических характеристик прочности и пластичности.

План занятия:

- Ознакомление с теоретической частью.
- Проведение испытания.
- Обработка результатов испытания.
- Подготовка отчета.
- Ответы на контрольные вопросы.

Активная форма обучения «Мастер-класс».

Лабораторная работа №4. Основные методы определения твердости материалов (4,5/1,5 час.), МАО – 2,5/1 час.

Цель занятия:

Изучение основных методов измерения твердости материалов.

План занятия:

- Ознакомление с теоретической частью.
- Проведение испытания.
- Обработка результатов испытания.
- Подготовка отчета.
- Ответы на контрольные вопросы.

Активная форма обучения «Мастер-класс».

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно – методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теоретические основы надежности технических систем» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план – график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристики заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы/ темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	Промежуточная аттестация	
Модуль I. Физические основы прочности конструкционных материалов					
1	Раздел I. Кристаллическое строение материалов. Раздел II. Виды несовершенства кристаллического строения металлов. Раздел III Основы механики деформируемого твердого тела.	ПК-15 - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.	Основы накопления повреждений в процессе эксплуатации конструкций	УО-1, ПР-7	Вопросы 1-28 к экзамену
			Анализировать состояние поверхностей изломов после разрушения	УО-1, ПР-7	
			Основными методами анализа	УО-1, ПР-7	
2	Раздел IV. Пластическая деформация и процессы образования дефектов. Раздел V. Основы процесса разрушения. Раздел VI. Механические испытания материалов.	ПК-17 - умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения.	Основные критерии подбора материалов в зависимости от условий эксплуатации конструкций	УО-1, ПР-7	Вопросы 29-57 к экзамену
			Применять прогрессивные методы и подходы к испытаниям материалов	УО-1, ПР-7	
			Основными методами анализа	УО-1, ПР-7	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература *(печатные и электронные издания)*

1. Надежность технических систем [Электронный ресурс] / Пучин Е. А., Лисунов Е. А., г Чепурин А. В. и др. - М.: КолосС, 2013. - 318 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0812-3. Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953208123-SCN0000/000.html>

2. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] / Гуськов А.В., Милевский К.Е. - Новосиб.:НГТУ, 2012. - 427 с.: ISBN 978-5-7782-1912-0 - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/558704>

3. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/87584>

4. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 236 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/72975>

Дополнительная литература
(печатные и электронные издания)

1. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / Мясоедова Т.Н., Плуготаренко Н.К. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2016. - 84 с.: ISBN 978-5-9275-2307-8 - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/999624>

2. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / Рыков В.В., Иткин В.Ю. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010958-9 - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/560567>

3. Техногенный риск и безопасность : учеб. пособие / А.Г. Ветошкин, К.Р. Таранцева. — 2-е изд. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 198 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/11457. - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/913206>

4. Киселев, Д. М. Законы распределения случайных величин, используемых в теории надежности [Электронный ресурс] : Метод. рекомендации по изучению курса / Д. М. Киселев. - М. : МГАВТ, 2006. - 19 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/> - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/401058>

5. Ветошкин, А. Г. Техногенный риск и безопасность [Электронный ресурс] / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. - 192 с. - Режим доступа:

<http://www.znanium.com/>

6. Надежность технических систем и техногенный риск / Гуськов А.В., Милевский К.Е. - Новосиб.: НГТУ, 2012. - 427 с.: ISBN 978-5-7782-1912-0 - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/558704>

Нормативно-правовые материалы

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1990-01.07. – М. : Госстандарт Союза ССР : Изд-во стандартов, 1989.– 32 с.;

2. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий отказов [Текст]. – Введ. 1997-01.01. – Минск : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1995.– 12 с.;

3. ГОСТ Р 51901.11 – 2005. (МЭК 61882:2001). Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство [Текст]. – Введ. 2006-01.01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2006.– 41 с.;

4. ГОСТ Р 51901.12 – 2007. (МЭК 60812:2006). Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов [Текст]. – Введ. 2008-01.09. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2008;

5. ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем [Текст]. – Введ. 2002-07.06. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2002. – 22 с.;

6. ГОСТ Р 51901.16-2005 Менеджмент риска. Повышение надежности. [Текст]. – Введ. 2006-01.01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2006. – 35 с.;

7. ГОСТ Р 51901.5-2005. (МЭК 60300-3-1:2001). Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности [Текст]. – Введ. 2005-30.09. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2005. – 49 с.;

8. ГОСТ Р 51901.6-2005 Менеджмент риска. Программы повышения надежности [Текст]. – Введ. 2005-30.09. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2005. – 32 с.;

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет»

1. <http://standard.gost.ru> (Росстандарт);
2. <http://www.amp.ru> (Научно-технический центр «Автоматизированное Проектирование Машин»);

3. <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари);
4. https://lib.dvfu.ru:8443/search/query?term_1=%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0&theme=FEFU На сайте представлен лекционный курс, учебники по дисциплине.
5. <http://www.iprbookshop.ru/65322.html> На сайте представлен лекционный курс, учебники по дисциплине.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступно следующее программное обеспечение:

- Офисный пакет приложений MicrosoftOffice 365;
- Сервис антивирусной защиты EsetNOD32;
- Сервис распознавания текста ABBYYFineReader;
- Система ТЕХЭКСПЕРТ;
- Справочно-правовая система КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС;
- Универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа ANSYS 16;
- Программный комплекс CAPPS SolidWorks 2016;
- Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования Matlab 2015;
- Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования MathCAD;
- Система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD 2015;
- Программная среда и язык программирования VisSim;
- Система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D (САПР).

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступен электронный ресурс сайта ДВФУ (<https://www.dvfu.ru>):

- Научная библиотека ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/library>);
- Портал ДВФУ (<https://ip.dvfu.ru>);
- Система электронных курсов ДВФУ BlackboardLearn (<https://bb.dvfu.ru>);
- Электронная почта ДВФУ (<http://mail.dvfu.ru>);
- Техническая поддержка ИТ-сервисов ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/support>).

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение двух семестров.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задач, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Физические основы прочности конструкционных материалов».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Теоретические основы надежности технических систем», это позволит морально настроиться на дела, подготовиться к ним и выработать прави-

ла выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время – 2-ру часов на 1 занятие.

Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим/лабораторным/семинарским занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (контрольный опрос, конспекты, отчёты и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен/зачёт; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Теоретические основы надежности технических систем» и т.д.

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим/лабораторным/семинарским занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;

– чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
– посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практике, сдаче практических заданий, подготовке к тестовым заданиям.

4. Самостоятельная проработка тем, не излагаемых на лекциях, и написание конспекта.

5. Подготовка к экзамену/зачёту (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

Рекомендации по работе с литературой

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

Рекомендации по изучению каждой теме дисциплины

Начиная изучение дисциплины «Теоретические основы надежности технических систем» необходимо:

- внимательно разобраться в структуре дисциплины в системе распределения учебного материала по видам занятий, формам контроля, чтобы иметь представление о курсе в целом, о лекционной и практической/лабораторной/семинарской частях всего курса изучения – рабочая программа учебной дисциплины;

- обратиться к методическому пособию по дисциплине, позволяющему ориентироваться в последовательности выполнения практических/лабораторных/семинарских заданий.

Для всех тем (15 наименований) указанных в данной рабочей программе учебной дисциплины рекомендуется прочитать литературу, соответствующую тематике и смыслу, а также ответить на вопросы для самоконтроля.

Рекомендации по подготовке к экзамену/зачёту

Успешное освоение программы курса предполагает прочтение ряда оригинальных работ и выполнение практических/лабораторных/семинарских заданий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Теоретические основы надежности технических систем» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: мультимедийная аудитория вместимостью до 30 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов.

Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.

Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя.

Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Лабораторные задания выполняются в лаборатории Механических испытаний и структурного анализа материалов, Кампус ДВФУ, Лабораторный корпус, Зеленый блок, L101.

Для организации самостоятельной работы, обучающимся должен быть обеспечен доступ к компьютеру, удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

«Теоретические основы надежности технических систем»

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма подготовки очная/заочная

**Владивосток
2015**

План-график выполнений самостоятельной работы по дисциплине

№п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Освоение основных методических положений теории надежности и техногенного риска	1 неделя	Опрос
2	2 неделя	Освоение понятий надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости	1 неделя	Опрос
3	3 неделя	Освоение показателей надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости	1 неделя	Опрос
4	4 неделя	Освоение контроля надежности, испытания на надежность. Классификация внешних воздействующих факторов	1 неделя	Опрос
5	5 неделя	Освоение методов определения надежности систем. Методы оценки надежности	1 неделя	Опрос
6	6 неделя	Освоение темы теоретических законов распределения отказов	1 неделя	Опрос
7	7 неделя	Освоение инженерных методов исследования безопасности технических систем. Выбор закона распределение отказов при расчете надежности	1 неделя	Опрос
8	8 неделя	Освоение способов обеспечения безопасной эксплуатации технических систем. Пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации. Правовые аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью.	1 неделя	Опрос
9	9 неделя	Подготовка к семинарскому занятию №1.	1 неделя	Опрос. Отчет
10	10 неделя	Подготовка к семинарскому занятию №2.	1 неделя	Опрос. Отчет
11	11 неделя	Подготовка к семинарскому занятию №3.	1 неделя	Опрос. Отчет
12	12 неделя	Подготовка к практическому занятию №4.	1 неделя	Опрос. Отчет
13	13 неделя	Подготовка к практическому занятию №5.	1 неделя	Опрос. Отчет
14	14 неделя	Подготовка к практическому занятию №6.	1 неделя	Опрос. Отчет
15	15 неделя	Подготовка к лабораторной работе №1	1 неделя	Опрос. Отчет по лабораторной работе
16	16 неделя	Подготовка к лабораторной работе №2	1 неделя	Опрос. Отчет по лабораторной работе
17	17 неделя	Подготовка к лабораторной работе №3	1 неделя	Опрос. Отчет по лабораторной работе
18	18 неделя	Подготовка к лабораторной работе №4	1 неделя	Опрос. Отчет по лабораторной работе

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- стимулирование ритмичной учебной, познавательной и творческой деятельности в течение всего семестра;
- совершенствование навыков поиска необходимой научной и учебно-методической литературы;
- совершенствование умений репрезентации подготовленных творческих заданий;
- развитие аналитического мышления и коммуникативных способностей.

При подготовке к практическим занятиям студенты изучают научную, учебную и методическую литературу по соответствующей теме (см. темы занятий практической части курса).

Критерии оценивания представлены в приложении 2 «Фонд оценочных средств».

Для подготовки к практическим (семинарским) занятиям заранее (за 2-3 недели) студенты выбирают темы для оформления реферата и подготовки доклада на 10-15 мин.

В материалах семинара поставлена рассматриваемая проблема, создана проблемная ситуация, это значительно активизирует подготовку обучающихся к занятию. По заданным темам занятия представлена рекомендованная литература, выявляются материалы конспекта, необходимые для ознакомления с заданной темой.

Для иллюстрации материала доклада студенты обязательно представляют презентацию с различными слайдами и видеофильмами.

В ходе занятия преподаватель использует вопросы уточняющие, встречающие, наводящие и проблемные.

Характеристики заданий для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при освоении данного курса включает в себя следующие формы:

1) Повторение данного на лекциях материала с целью его лучшего запоминания.

Для лучшего усвоения материала рекомендуется по каждой изучаемой теме, кроме конспектов лекций, изучать дополнительные источники различной степени сложности. Чередование источников высокой степени сложности с большой глубиной и высокой детализацией рассматриваемой темы и источников, дающих обобщенные, схематизированные сведения о предмете, способствует лучшему освоению предмета в целом и дает возможность свободнее оперировать различными его составляющими.

2) Подготовка к практическим занятиям.

Деятельность по контролю качества сварных конструкций, как правило, регламентирована требованиями нормативных правовых актов и нормативных технических документов. При подготовке к лабораторным и практическим занятиям основное внимание должно быть уделено изучению нормативных технических документов, рекомендованных к изучению при освоении данного курса. Начинать знакомство с нормативными техническими документами следует с раздела «Термины и определения». При дальнейшем изучении документов следует постоянно следить, чтобы все встреченные термины или понятия были понятны студенту. Если в ходе изучения документа студент столкнется с ситуацией, когда положения, изложенные в документе, станут ему непонятны, то изучение документа следует приостановить и вернуться к тому пункту, до которого есть полная ясность и понимание предмета. После чего следует попытаться самостоятельно разобраться с непонятной терминологией путем изучения соответствующей терминологии с использованием сети Интернет. Все вопросы, которые студенту не удалось разрешить самостоятельно, следует записать и затем обсудить с преподавателем в ходе аудиторных занятий.

3) Подготовка доклада.

При подготовке доклада необходимо, прежде всего, четко уяснить для себя обозначенную тему и круг вопросов, который эта тема охватывает. Затем сле-

дует подобрать необходимую литературу и подготовить варианты запросов для поисковых систем сети Интернет.

После изучения литературы составьте план доклада, который в процессе работы может корректироваться. Доклад должен иметь вводную часть, в которой несколькими фразами следует обозначить предмет сообщения и его место в общей теме семинара. Далее следует в логической последовательности изложить свои тезисы и аргументы по рассматриваемой теме. При изложении основной части доклада следует придерживаться следующей схемы: сначала излагается основная мысль (тезис), затем приводятся аргументы, необходимые пояснения, и примеры. После того, как будут последовательно изложены и аргументированы тезисы доклада, должна последовать заключительная часть, содержащая выводы. Выводы должны быть согласованы с темой доклада.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

В рамках настоящего курса не предусмотрено специальных требований к оформлению результатов самостоятельной работы студентов. Однако существуют некоторые рекомендации для оформления докладов, подготовленных к семинарам.

При подготовке доклада студент готовит полный его текст с необходимыми графическими материалами. При этом можно руководствоваться следующими правилами:

1) Пишите полный текст для недостаточно хорошо усвоенного материала, это способствует углубленному освоению темы.

2) Можно дать прочесть текст сокурсникам. Учтите их советы и замечания.

3) Приближайте текст к разговорной речи. Используйте несложные обороты, короткие предложения, постановку вопросов и ответы на них.

4) Путем корректирования текста постарайтесь добиться соответствия выступления общей теме семинара, а не только конкретному вопросу.

5) К написанию текста приступайте после составления окончательного плана.

6) Начинайте писать текст с центральных разделов темы. Потом переходите к второстепенным и далее к введению и заключению.

Доклад на семинаре может сопровождаться мультимедийной презентацией.

Содержание презентации должно соответствовать теме доклада. Информационная составляющая презентации должна поддерживаться ее эстетическими возможностями, которые не должны быть перенасыщенными и многослойными. Иллюстративный материал слайдов презентации должен быть современным и актуальным, решать задачи доклада. Слайды нельзя перегружать ни текстом, ни картинками. Необходимо избегать дословного «перепечатывания» текста доклада на слайды - слайды, перегруженные текстом - не осознаются. Презентация сопровождает доклад, но не заменяет его. Текстовое содержание презентации должно сопровождать определенные положения, озвученные докладчиком, но не повторять их слово в слово. Слова и связанные с ними образы обязательно должны быть согласованы во времени.

Следует помнить, что презентация в первую очередь предназначена для иллюстрирования теоретических положений (рисунок, график, фотография и т.д.) и пояснения сложных для понимания положений (схема, алгоритм и т.д.), но не для упрощения своего повествования.

Не забывайте о значении заключительных слайдов, в которых представлены заключение, выводы, итоги и, наконец, список литературы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Теоретические основы надежности технических систем»
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Форма подготовки очная/заочная

Владивосток
2015

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Физические основы прочности конструкционных материалов»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
ПК-15 - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - нормативные и информационные базы, касающиеся анализируемых технологий, оборудования, сферы деятельности и т.п.; - правила организации при различных видах опасности; - методы по доводке и освоению технологических процессов; - методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях. 	Знает основы правил организации при различных видах опасности; методы по доводке и освоению технологических процессов	-способность ориентироваться в вопросах технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования	45-64
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - составлять базовую, проектную и сопровождающую документацию при проведении технологических сварочных процессов и сопутствующей металлообработки; - применять метрологические методики и средства измерений при анализе качества процессов исследуемой трудовой деятельности. 	Умеет классифицировать и применять метрологические методики и средства измерений при анализе качества процессов	-способность анализировать методики и средства измерений при анализе качества процессов исследуемой трудовой деятельности	65-84
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - нормативные и информационные базы, касающиеся анализируемых технологий, оборудования, сферы деятельности и т.п. 	Владеет методами анализа нормативных и информационных баз, касающихся технологий, оборудования	-способность применять нормативные и информационные базы и методы анализа состояния технологий, оборудования	85-100
ПК-17 - умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологи-	Знает	<ul style="list-style-type: none"> - нормативные правила и саму единую систему конструкторской документации (ЕСКД); 	Знает классификацию нормативных правил и единую систему конструкторской	-способность подбирать материалы для конструкций в зависимости от условий эксплуатации	45-64

<p>ческих процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - методологию проектной деятельности; - основные технологические сварочные процессы и металлообработки; - основные критерии подбора материалов в зависимости от условий эксплуатации конструкций. 	<p>документации; основные технологические сварочные процессы и металлообработки</p>		
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> - проявлять изобретательность и логичность для организации и модернизации элементов промышленной среды; - применять прогрессивные методы и подходы к испытаниям материалов. 	<p>Умеет классифицировать методы испытаний материалов в зависимости от получения необходимых характеристик</p>	<p>-способность применять прогрессивные методы и подходы к испытаниям материалов</p>	65-84
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> - знаниями в сфере деятельности и личностными качествами для организации мероприятий по наладке оборудования и технологий, а также выявлению и предупреждению опасности; - основными методами анализа. 	<p>Владеет методами испытаний материалов</p>	<p>-способность анализировать полученные механические характеристики</p>	85-100

Комплексы оценочных средств для текущей аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	Устный опрос		

1	УО-3 Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной задачи	Темы докладов, сообщений
---	-------------------------------	--	--------------------------

Критерий оценки (устный ответ)

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Оценочные средства для текущей аттестации студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теоретические основы надежности технических систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Физические основы прочности конструкционных материалов» проводится в форме контрольных мероприятий – защита практических работ; тестирование теоретических знаний – по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теоретические основы надежности технических систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В зависимости от вида промежуточного контроля по дисциплине и формы его организации могут быть использованы различные критерии оценки знаний, умений и навыков.

Вид промежуточной аттестации, предусмотренный по данной дисциплине – зачёт, в устной и письменной формах, с использованием следующих оценочных средств:

- устный опрос в форме собеседования;
- выполнение письменных заданий.

Список вопросов для промежуточной аттестации

1. Техносфера. Техника. Техническая система. Технология.
2. Характеристика опасности и безопасности. Пороговый уровень опасности. Показатели безопасности. Методы повышения безопасности технических систем и технологических процессов.
3. Алгоритм развития опасности. Методы обнаружения опасностей.
4. Аксиомы о потенциальной опасности технической системы.
5. Таксономия опасностей. Примеры таксономии.
6. Источники опасности, номенклатура, квантификации, идентификация опасностей.
7. Классификация и характеристика видов риска (источники и факторы)
8. Развитие риска на промышленных объектах. Управление риском, количественные показатели риска)
9. Оценка и анализ риска.
10. Моделирование риска.
11. Классификация и характеристики отказов. Определение интенсивности отказов. Статистическая оценка интенсивности отказов.
12. Показатели безотказности. Определение вероятности безотказной работы объекта.
13. Резервирование (основные понятия).
14. Свойства материалов. Классификация процессов старения.

15. Классификация внешних воздействующих факторов. Воздействие температуры, солнечной радиации, влажности и атмосферного давления.
16. Классификация внешних воздействующих факторов. Воздействие ветра и гололеда, примесей воздуха и биологических факторов.
17. Факторы нагрузки. Коэффициент нагрузки.
18. Испытания. Унификация испытаний. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.
19. Случайное событие. Закон распределения случайной величины.
20. Законы распределения. Биноминальный закон.
21. Законы распределения. Закон Пуассона.
22. Законы распределения. Экспоненциальный закон.
23. Законы распределения. Гамма-распределение.
24. Законы распределения. Распределение Вейбула.
25. Законы распределения. Нормальное распределение.
26. Законы распределения. Усеченное нормальное распределение.
27. Законы распределения. Распределение Лапласа.
28. Качественные и количественные методы анализа системы.
29. Предварительный анализ опасностей (ПАО). Структура качественного исследования при ПАО.
30. Методы анализа надежности (основные и общетехнические). Классификация и характеристики.
31. Выбор метода анализа надежности.
32. Выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования.
33. Исследования в предпусковой период. Исследования действующих систем. Регистрация результатов исследования.
34. Содержание и структура информационного отчета по безопасности процесса.
35. Организация и проведение экспертизы технических систем.
36. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления.

37. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.

38. Пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации.

39. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.

40. Влияние системы обслуживания на надежность машин.

41. Экологический паспорт промышленного предприятия. Структура и содержание.

42. Классификация критически важных объектов по значимости и видам угроз.

43. Методы повышения безопасности технических систем и технологических процессов.

44. Методы повышения надежности нефтепромыслового оборудования.

45. Правовые аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью

Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

«Теоретические основы надежности технических систем»:

Баллы	Оценка	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76	«зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61	«зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	«не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)**

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«Теоретические основы надежности технических систем»

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма подготовки очная/заочная

**Владивосток
2015**

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДОТВРАЩЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
УЩЕРБА ОТ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

1. Цель: определение величины предотвращенного экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

2. Общие положения

2.1. Настоящая «Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба» [1] устанавливает порядок и методы оценки экологического ущерба, предотвращенного в результате деятельности территориальных природоохранных органов системы Госкомэкологии России.

2.2. Методика разработана в целях обеспечения более полного отражения в отчетности и в прогнозах социально-экономического развития территориальных органов системы Госкомэкологии России обобщающего показателя природоохранной деятельности - объема предотвращаемого экологического ущерба, в соответствии с приказом Госкомэкологии России № 377 от 08.09.97 г. Методика одобрена на заседании секции “Экономика охраны окружающей среды” научно-технического совета Госкомэкологии России 18 декабря 1998 г (протокол № 2).

2.3. Методика предназначена для получения укрупненной эколого-экономической оценки ущерба, предотвращаемого в результате осуществления государственного экологического контроля.

2.4. Учитывая специфику эколого-ресурсных компонентов окружающей природной среды каждого субъекта РФ и направлений природоохранной деятельности, экономическую оценку предотвращенного ущерба в настоящей методике рекомендуется осуществлять по следующим видам природных ресурсов:

- атмосфера;
- водные ресурсы;
- почвы и земельные ресурсы.

3. Термины и определения

3.1. Экологическое качество окружающей природной среды - способность обеспечивать функционирование экологических систем, комфортность жизнедеятельности человека и сохранность физико-географической основы территориальных природоресурсных комплексов.

3.2. Ущерб от воздействия атмосферных загрязнений на состояние окружающей среды и экономики регионов, а также отдельных природопользователей проявляется в повышении заболеваемости населения, в негативных последствиях загрязнения водных ресурсов и почв атмосферными выпадениями.

3.3. Предотвращенный экологический ущерб от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу представляет собой оценку в *денежной форме* возможных отрицательных последствий от выбросов загрязняющих веществ, которых в рассматриваемый период времени

удалось избежать в результате деятельности природоохранных органов, проведения комплекса воздухоохраных мероприятий, реализации природоохранных программ.

4. Методика определения величины предотвращенного экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Укрупненная оценка величины предотвращенного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух может проводиться как для одного крупного источника или группы оцениваемых источников, так и для региона в целом.

При укрупненных оценках предотвращенного ущерба (либо оценке прогнозируемой величины предотвращенного ущерба) для территории в целом, в качестве оцениваемой группы источников могут рассматриваться все источники в данном городе, регионе, рассматриваемые как единый “приведенный” источник. В этих случаях для определения величины предотвращенного ущерба предлагается использовать усредненные расчетные значения экономической оценки ущерба на единицу приведенной массы атмосферных загрязнений (удельные ущербы) для основных экономических районов РФ.

Для каждого (i -го) загрязняющего вещества объем сокращенного (предотвращенного) выброса рассчитывается по зависимости

$$\Delta m_{инп} = m_{i1} + m_{ин} - m_{i2} - m_{исп}, \quad (1.1)$$

где m_{i1} - объем выбросов i -го загрязняющего вещества в целом по региону в начале расчетного периода (за предшествующий год), тонн;

m_{i2} - то же в конце расчетного периода (за отчетный год), тонн;

$m_{ин}$ - объем выбросов i -го загрязняющего вещества от новых предприятий и производств, введенных в эксплуатацию в течение расчетного периода, тонн;

$m_{исп}$ - объем сокращенного выброса i -го загрязняющего вещества в результате спада производства в регионе за расчетный период, тонн.

Приведенная масса выбросов загрязняющих веществ, величина которых уменьшилась за отчетный период в рассматриваемом регионе рассчитывается по формуле

$$\Delta M_{пр} = \sum_{i=1}^N N_i = \sum_{i=1}^N (\Delta m_{инп} \times K_{Эi}), \quad (1.2)$$

где $N_i = (\Delta m_{инп} \times K_{Эi})$ – показатель эколого-экономической опасности;

$K_{Эi}$ - коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющих веществ, определяется по таблице 1.5.

Величина экономической оценки ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух рассчитывается по следующей зависимости

$$Y_{пр} = Y_{удг} \times (\Delta M_{пр}) \times K_{Эс} \times J_{д}, \quad (1.3)$$

где $Y_{удг}$ - значения показателя удельного ущерба для основных экономических районов РФ, представлены в таблице 1.4, руб/усл.т;

$\Delta M_{пр}$ - приведенная масса выбросов загрязняющих веществ, величина которых уменьшилась за отчетный период в рассматриваемом регионе, усл.т;

$K_{Эс}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха, определяется по таблице 1.4;

J_d - индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Минэкономической России на рассматриваемый период и доводимый Госкомэкологии России до территориальных природоохранных органов (табл. 1.6). С помощью этого индекса величина экономической оценки ущерба, определенная по ценам на 1.01.98 г., пересчитывается на любой год.

5. Задание

1. Ознакомиться с методикой расчета величины экономической оценки предотвращенного ущерба от выбросов.

2. Произвести расчет величины экономической оценки предотвращенного ущерба от выбросов нескольких загрязняющих веществ в атмосферный воздух для Дальневосточного (ДВ) региона (для 2018 г.). Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

3. Произвести сравнение величины экономической оценки предотвращенного ущерба с другим регионом.

4. Из заданного состава выбросов указать соединения наиболее и наименее опасные в качестве загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Таблица 1.1 – Состав выбросов (по табл.1.2)

Вариант	№ компонентов	Дополнительный регион
1	1,4,7,10,19,21	Северный
2	2,5,13,16,23,25	Северо-Западный
3	3,6,8,11,20,22	Центральный
4	1,5,9,12,24,26	Волго-Вятский
5	2,6,13,17,19,22	Центрально-Черноземный
6	3,4,15,18,20,21	Поволжский
7	1,6,7,11,23,26	Северо-Кавказский
8	2,4,8,12,24,25	Уральский
9	3,5,13,17,19,23	Западно-Сибирский
10	1,5,9,10,19,24	Восточно-Сибирский
11	2,6,8,13,21,26	Калининградская обл.
12	3,4,14,18,20,25	Центральный
13	1,6,15,16,22,23	Волго-Вятский
14	2,5,7,17,20,26	Северо-Западный
15	3,4,11,14,19,24	Центральный
16	2,6,12,17,20,23	Северо-Кавказский

Таблица 1.2 – Выброс токсичных компонентов в атмосферу региона
(основные исходные данные, отчетный период - год)

№ компоненты	Наименование компоненты	m_{i1} , т	m_{i2} , т	$m_{ин}$ т	$m_{исп}$, т
Твердые					
1	Пыль неорганическая	1980	1265	216	116

2	То же	2150	2010	140	120
3	То же	2500	2220	260	80
4	Пыль органическая (углеводород)	1140	1010	180	140
5	То же	1280	1180	260	120
6	То же	1390	1320	190	110
Газообразные					
7	Оксид углерода	15260	12260	2120	340
8	То же	12340	10500	1360	570
9	То же	13680	11270	1160	460
10	Окислы азота	32680	30840	1400	820
11	То же	28700	22450	2400	1130
12	То же	25780	21490	3100	2180
13	Диоксид серы	15260	12200	2120	1340
14	То же	12390	10360	3210	2050
15	То же	10560	8950	1280	870
16	Углеводороды	24740	19780	3680	1260
17	То же	26790	21430	4230	1320
18	То же	23570	19870	2100	1540
Специфические загрязняющие вещества					
19	Ацетон	920	520	210	80
20	Этил хлористый	780	420	134	87
21	Ангидрид вольфрамовый	830	640	130	50
22	Железа оксид	670	430	105	82
23	Марганец и его соединения	136	112	90	40
24	Никель металлический	113	89	76	42
25	Соединения кадмия	86	68	23	12
26	Сульфат никеля	56	34	45	15

6. Порядок расчета предотвращенного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха.

1. По заданному варианту из табл.1.1 выбрать номера компонентов токсичных выбросов в данной местности ДВ региона.

2. Из табл. 1.2 по заданным номерам выбрать наименования и количество (т) компонентов в начале m_{i1} , конце m_{i2} расчетного периода, количество выбросов от новых предприятий и производств m_{in} , а также сокращенного выброса в результате снижения производства $m_{исп}$, эти данные внести в табл. 1.3.

3. Рассчитать количество сокращенного выброса $\Delta m_{инп}$ для каждого компонента (1.1), результаты внести в табл. 1.3.

4. Выбрать коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющих веществ $K_{эi}$ (табл.1.5) и рассчитать показатель эколого-экономической опасности N_i для каждого компонента (1.2), результаты внести в табл. 1.3.

5. Рассчитать приведенную массу выбросов загрязняющих веществ, величина которых уменьшилась за отчетный период $\Delta M_{пр}$ (1.2) для всех компонентов.

6. Определить индекс-дефлятор J_d при осуществлении природоохранной деятельности, проведения атмосфероохранных мероприятий (табл. 1.6). Он находится как произведение индекс-дефляторов и относительных коэффициентов (без %) по годам. Например: индекс-дефлятор для производства товаров для 2015 г. по отношению к 1998 г. находится как произведение $J_d = 2,22 \times 3,91 \times 1,06 \times 1,07 \times 1,16 = 8,5$.

7. Рассчитать величину экономической оценки ущерба $Y_{пр}^{ДВ}$ (руб) от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (1.3) в ДВ регионе. Точность расчетов – 1000 руб.

8. Аналогично рассчитать величину экономической оценки ущерба $Y_{пр}^{доп}$ (руб) от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (1.3) в дополнительном регионе (табл.1.1).

9. Сравнить результаты расчетов. Определить, во сколько раз величина экономического ущерба в ДВ регионе отличается от ущерба в дополнительном регионе.

Таблица 1.3 – Результаты расчетов

№	Компонента	$m_{i1},$ т	$m_{i2},$ т	$m_{in},$ т	$m_{исп},$ т	$\Delta m_{iпр},$ т	$K_{Эi}$	N_i
1								
2								
3								
...								
$\Delta M_{пр} =$								

7. Выводы

Таблица 1.4 - Показатель эколого-экономической оценки удельного ущерба от загрязнения атмосферного воздуха по экономическим районам РФ (по ценам на 1.01.98г.), коэффициент экологической ситуации

№ п/п	Наименование экономического района	Показатель удельного ущерба, $U_{удг}$ руб./усл. т.	Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости $K_{ЭС}$
1.	Северный	35,6	1,4
2.	Северо-Западный	48,4	1,3
3.	Центральный	57,3	1,6
4.	Волго-Вятский	49,5	1,5
5.	Центрально-Черноземный	48,6	2,0
6.	Поволжский	49,3	1,9
7.	Северо-Кавказский	53,2	1,9
8.	Уральский	52,2	1,7
9.	Западно-Сибирский	46,6	1,2
10.	Восточно-Сибирский	36,3	1,1
11.	Дальневосточный	34,2	1,1
12.	Калининградская обл.	47,9	1,2
	РФ всего $U_{уд.РФ}$	47,5	

Таблица 1.5 - Коэффициент относительной эколого-экономической опасности загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух

№ п/п	Загрязняющие вещества	$K_{Эi}$
Твердые загрязняющие вещества		
1	Углеводороды (в пересчете на углерод)	0,7
2	Твердые вещества (недифференцированная по составу пыль)	2,7
Газообразные загрязняющие вещества		
3	Оксид углерода (углерод оксид)	0,4
4	Углеводороды	12,5
5	Окислы азота	16,5
6	Диоксид серы	20,0
Специфические загрязняющие вещества (по классам опасности)		
6	Группа А (4 класс опасности): 1. Бутилен, бензин, гексан, циклогексан, скипидар, пентан и др. химические соединения с ПДК _{сс} =0,8 мг/м ³ . 2. Аммофос, арилокс, бутилацетат, гексилацетаткарбомид, мочевины, диэти-	1,2

	<p>ловый эфир, магния хлорат, углерод четыреххлористый, этил хлористый, этилацетат и др. хим. соединения с ПДК_{сс}=0,08-0,7 мг/м³.</p> <p>3. Аммиак, ацетон, бензин сланцевый, диметилэтаполамин, диэтиламин, калия карбонат, мелиорант, метилен бромистый, нафталин и др. хим. соединения с ПДК_{сс}<0,08 мг/м³.</p>	<p>6,7</p> <p>28,5</p>
6	<p>Группа В (3 класс опасности):</p> <p>1. Ангидрид вольфрамовый, вольфрама оксид, дихлорпропан, зола сланцевая, натрия сульфат, пропилен, трихлорэтилен и др. хим. соединения с ПДК_{сс}>0,1 мг/м³.</p> <p>2. Альдегид масляный, висмута оксид, гептен, железа оксид, капролактан, магния оксид, метиланилин, олова оксид, сажа и др. хим. соединения с ПДК_{сс}=0,01-0,09 мг/м³.</p> <p>3. Железа сульфат, кислота капроновая, хлорбензатрифтормид, пентадиен, этилакрилат и др. хим. соединения с ПДК_{сс}<0,01 мг/м³.</p>	<p>10,0</p> <p>33,5</p> <p>143,0</p>
6	<p>Группа С (2 класс опасности):</p> <p>1. Ингидриды, бензол, водород хлористый (соляная кислота), дихлорэтан, ксилол, гексафторбензол, азотная кислота, серная кислота, пиридин, тетрачлорэтилен, хлортетрациклин, эпихлоргидрин и др. хим. соединения с ПДК_{сс}> 0,05 мг/м³.</p> <p>2. Акрилонитрил, анилин, бром, бромбензол, бромфенол и др. производные, водород цианистый, диметилатин, диметилформамид, йод, нитробензол, тетрациклин, фтористые соединения и др. хим. соединения с ПДК_{сс}= 0,005-0,004 мг/м³.</p> <p>3. Амины алифатические, водород мышьяковистый, водород фтористый, железа хлорид, марганец и его соединения (в пересчете на диоксид марганца), меди оксид, медь сернистая, медь хлорная, метальдигид. монометилалин, мышьяк (органические соединения в пересчете на мышьяк), никель металлический, никеля оксид, сероводород, фенол, стирол, формальдегид, хлоропрен и др. хим. соединения с ПДК_{сс}<= 0,005 мг/м³.</p>	<p>20,0</p> <p>110,0</p> <p>500,0</p>
7	<p>Группа Д (1 класс опасности):</p> <p>1. Барий углекислый, ванадия оксид, бутил хлористый, гексахлорциклогексан, а-нафтахинон, озон, пропилен оксид, толуилен-диизоционат, М-хлораналан и др. хим. соединения с ПДК_{сс}> =0,002 мг/м³.</p> <p>2. Кислота тедефталиевая, никеля сульфат, свинец сернистый, таллия карбонат (в пересчете на таллий), хром шестивалентный, этиленимин и др. хим. соединения с ПДК_{сс} =0,001-0,0004мг/м³.</p> <p>3. Диэтилртуть, кадмия соединения (в пересчете на кадмий), никеля растворимые соли (в пересчете на никель), соединения ртути, соединения свинца и др. высокотоксичные хим. соединения с ПДК_{сс}> =0,0002-0,0003 мг/м³.</p> <p>4. Бенз(а)пирен, БВК, селена диоксид (в пересчете на селен), теллура диоксид (в пересчете на теллур), тетраэтилсвинец и др. чрезвычайно токсичные хим. соединения с ПДК_{сс}<= 0,0001 мг/м³.</p>	<p>330,0</p> <p>1670,0</p> <p>5000</p> <p>12500</p>

Таблица 1.6 - Индекс-дефлятор по отраслям промышленности, устанавливаемый Минэкономикой России на рассматриваемый период

№	Отрасль промышленности	Индекс-дефлятор		в % к предыдущему году						
		2000 к 1998	2012 к 2000	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*
1	Производство товаров	2,22	3,91	106	107	116	106	105	107	108
2	Производство услуг	2,17	3,88	107	106	111	108	100	103	105
3	Промышленность по отраслям: - топливная	3,49	4,43	106	105	114	116	115	110	114
4	- нефтеперерабатывающая	4,14	4,94	112	111	104	120	112	108	112
5	- черная металлургия	2,42	4,82	96	110	135	101	102	103	107
6	- химическая	1,96	3,88	97	107	121	107	106	108	111
7	При осуществлении природоохранной деятельности, проведения атмосфероохранных мероприятий	2,4	3,97	103	106	110	107	106	105	108

Примечание: * - прогноз

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 РАСЧЁТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА

1. Цель – ознакомление с методикой расчёта концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе от одиночного промышленного источника.

2. Краткие теоретические сведения

Вредные вещества, выбрасываемые из труб и вентиляционных устройств промышленных предприятий, рассеиваются в атмосфере.

На процесс рассеивания выбросов оказывают влияние:

- состояние атмосферы;
- расположение предприятий;
- характер местности;
- физические и химические свойства выбрасываемых веществ;
- высота источника выбросов;
- диаметр устья источника и др.

Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определения приземных концентраций веществ, выбрасываемых предприятиями, является ОНД – 86.

Для характеристики объема вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу отдельными источниками загрязнения, установлена величина **предельно допустимого выброса (ПДВ)**, которая рассчитывается по ОНД - 86 и регламентируется ГОСТом 17.2.3.02-78.

В основу “Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий” - ОНД-86 [2] положено условие, при котором **суммарная концентрация каждого вредного вещества (C_{Σ} , мг/м³) не должна превышать максимально разовую ПДК** данного вещества в атмосферном воздухе

$$C_{\Sigma} = (C_M + C_{\phi}) < ПДК_{м.р} ,$$

где C_M - максимальная концентрация загрязняющего вещества в приземном воздухе, создаваемая источниками выбросов, мг/м³; C_{ϕ} - фоновая концентрация загрязняющего вещества, характерная для данной местности, мг/м³.

Нормативный метод позволяет рассчитывать концентрации, создаваемые дымовыми трубами. Эти концентрации относятся к так называемым **“неблагоприятным метеоусловиям”**, продолжительность которых не превышает 1-2 % дней в году.

Под одиночным или точечным источником понимается дымовая труба предприятия.

Тепловая электрическая станция – электростанция, вырабатывающая электрическую энергию за счет преобразования химической энергии топлива в процессе сжигания в тепловую, а затем в механическую энергию вращения вала электрогенератора. В качестве топлива широко используются различные горючие ископаемые топлива: уголь, природный газ, реже - мазут, ранее - торф и горючие сланцы. Многие крупные тепловые станции вырабатывают лишь электричество – традиционно **ГРЭС** (в настоящее время **КЭС**); средние станции могут также использоваться для выработки тепла в схемах теплоснабжения (Теплоэлектроцентраль

(ТЭЦ) – разновидность тепловой электростанции, которая не только производит электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения).

Энергетика является одним из тех секторов мировой экономики, изменения в которых необходимы, чтобы избежать неприемлемых последствий глобального потепления. Оценки энергоинфраструктуры на основе глобального эмиссионного бюджета CO_2 показывают, что после 2017 года в мире не должны вводиться в строй новые электростанции, работающие на ископаемом топливе.

3. Методика расчёта загрязнения атмосферы

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_M (мг/м³) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии x_M (м) от источника и определяется по формуле

$$C_M = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \text{ мг/м}^3, \quad (2)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, значение этого коэффициента, соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, выбирается из таблицы 2.4;

M - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с (табл.2.4);

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (для станций работающих на угле принять $F=2$, на природном газе $F=1$);

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса (2.4, табл. 2.1);

H - высота источника выброса над уровнем земли, м, выбирается из приложения 1;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (табл.2.5), в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км $\eta=1$;

$\Delta T = T_G - T_B$ (°C) - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_G (табл.2.5) и температурой окружающего атмосферного воздуха T_B (для ГРЭС, работающих круглый год температуру выбирать для наиболее жаркого месяца; для ТЭЦ работающих только в период отопления температуру следует выбирать для самого холодного месяца);

V_1 - расход газовой смеси, определяется по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0, \text{ м/с} \quad (2.2)$$

где D - диаметр устья источника выброса, м (табл.2.5);

ω_0 - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с (табл.2.5).

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f, U_M .

Безразмерный коэффициент

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T} \quad (2.3)$$

Значение безразмерного коэффициента m

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} \quad (2.4)$$

Значение опасной скорости U_M (м/с) находится на уровне среза источника выброса, в котором достигается наибольшее значение приземной концентрации вещества по формуле

$$U_M = 0.6 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}} \quad (2.5)$$

Таблица 2.1 – Безразмерный коэффициент n

При $0,5 \leq U_M < 2$	$n = 0,532U_M^2 - 2,13U_M + 3,13$
При $U_M < 0,5$	$n = 4,4U_M$
При $U_M \geq 2$	$n = 1$

Расстояние x_M от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_M , определяется по зависимости

$$x_M = \frac{5-F}{4} dH, \text{ м.} \quad (2.6)$$

Безразмерный коэффициент d находится по табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Безразмерный коэффициент d

При $U_M \leq 0,5$	$d = 2.48(1 + 0.28\sqrt[3]{f})$
При $0,5 \leq U_M < 2$	$d = 4.95U_M(1 + 0.28\sqrt[3]{f})$
При $U_M > 2$	$d = 7\sqrt{U_M}(1 + 0.28\sqrt[3]{f})$

Безразмерный коэффициент S_1 находится по табл. 2.3.

Таблица 2.3 – Безразмерный коэффициент S_1

При $x/x_M \leq 1$	$S_1 = 3(x/x_M)^4 - 8(x/x_M)^3 + 6(x/x_M)^2$
--------------------	--

При $1 < x/x_M \leq 8$	$S_1 = \frac{1.13}{0.13(x/x_M)^2 + 1}$
При $F \leq 1,5; \quad x/x_M > 8$	$S_1 = \frac{x/x_M}{3.58(x/x_M)^2 - 35.2(x/x_M) + 120}$
При $F > 1,5; \quad x/x_M > 8$	$S_1 = \frac{1}{0,1(x/x_M)^2 + 2,47(x/x_M) - 17,8}$

Концентрация вредных веществ C_x (мг/м³) в атмосфере на расстоянии x от источника рассчитывается по зависимости

$$C_x = S_1 \cdot C_M, \quad \text{мг/м}^3. \quad (2.7)$$

Таблица 2.4. - Значение коэффициента A (рис.2.1)

№	Коэффициент A	Регион
1	250	для районов Средней Азии южнее 40°с.ш., Бурятской и Читинской области;
2	200	для Европейской территории: для районов южнее 50° с. ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии; для Азиатской территории: для Казахстана, Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;
3	180	для Европейской территории и Урала от 50 до 52°с.ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов;
4	160	для Европейской территории и Урала севернее 52°с.ш.;
5	140	для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

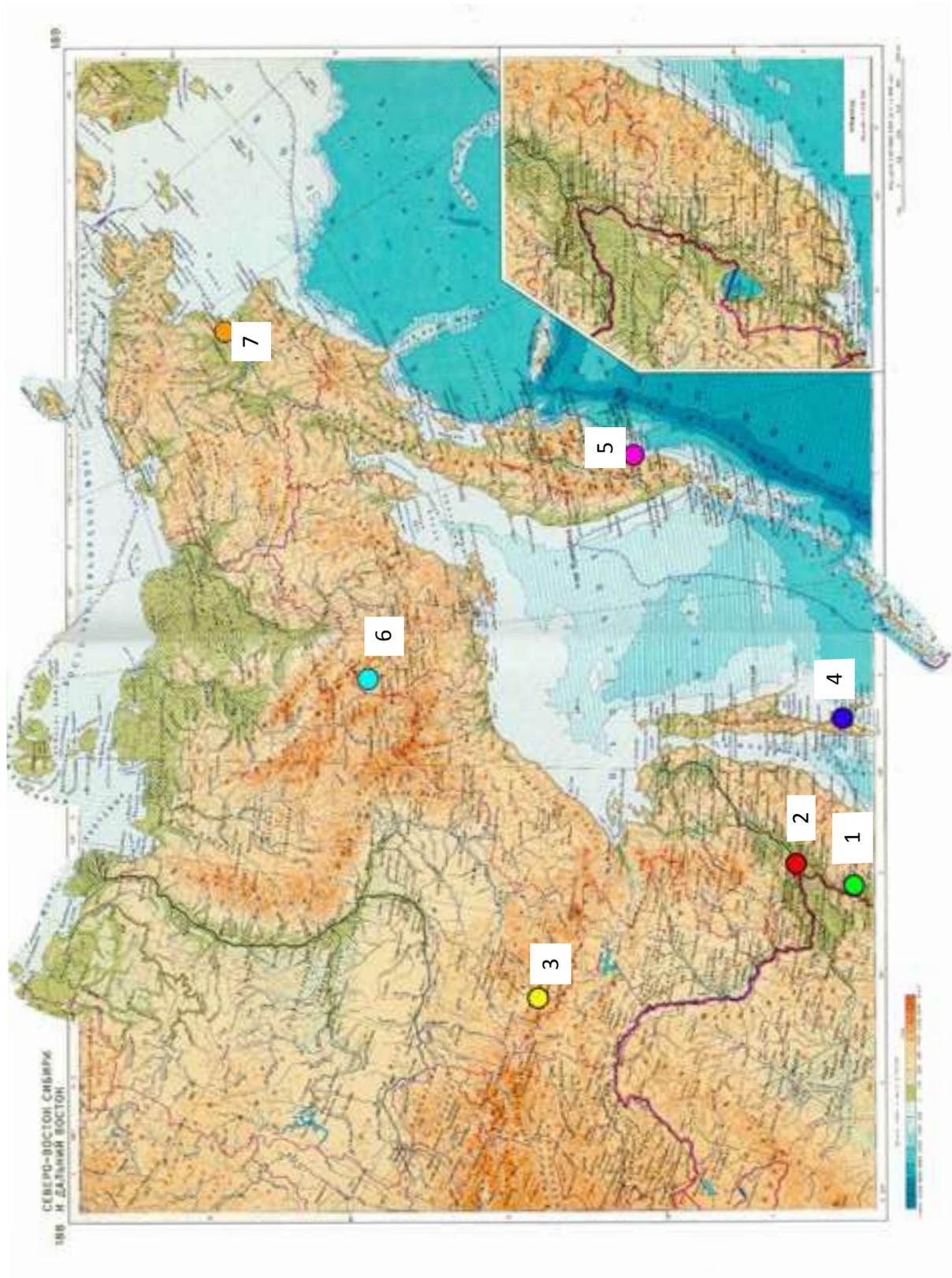


Рис. 2.1 – Обозначение всех ТЭС ДВ региона
1 – Лучегорск; 2 – Хабаровск; 2- Серебряный бор; 4 - Южно-Сахалинск;
5 - Петропавловск-Камчатский; 6 – Мяунджа; 7 – Анадырь

4.Задание

1. Рассчитать максимальную приземную концентрацию C_m (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях.
2. Рассчитать расстояние x_m (м) от источника выброса до точки, в которой выбросы имеют максимальную концентрацию C_m . Точность расчета – 50 м.
3. Рассчитать приземную концентрацию вредных веществ C (мг/м³) в атмосфере на расстоянии от источника
 - $x_1 = x_m - 300$ м;
 - $x_2 = x_m + 500$ м;
 - $x_3 = x_m + 1000$ м;
 - $x_4 = x_m + 3000$ м.
4. Определить зоны опасные и безопасные для жизнедеятельности человека.
5. Исходные данные для расчета приведены в табл. 2.5.

5. Порядок расчетов

- 5.1. По заданному варианту из табл. 2.5 выбираются исходные данные для расчета, дополнительные данные выбираются из приложения 2.1.
- 5.2. По (2.2) рассчитывается расход газовой смеси V_l (м³/с).
- 5.3. По (2.3) рассчитывается безразмерный коэффициент f и по (2.4) - безразмерный коэффициент m .
- 5.4. По (2.5) рассчитывается значение опасной скорости U_M (м/с) и по табл.2.1 и 2.2 находятся безразмерные коэффициенты n и d .
- 5.5. Находятся безразмерные коэффициенты A , F , η .
- 5.6. По (2.1) рассчитывается максимальное значение приземной концентрации заданного вредного вещества C_m (мг/м³).
- 5.7. По (2.6) рассчитывается расстояние x_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m .
- 5.8. Рассчитать расстояния x_1 , x_2 , x_3 , x_4 от источника, приведенные в задании. Для этих значений по табл. 2.3 рассчитывается безразмерный коэффициент S_1 .
- 5.9. По (2.7) рассчитывается приземная концентрация заданного вредного вещества C_x (мг/м³) на расстояниях x_1 , x_2 , x_3 , x_4 от источника.
- 5.10. Построить график изменения приземной концентрации заданного вредного вещества от расстояния от источника.
- 5.11. Определить зоны опасные и безопасные для жизнедеятельности человека (сравнить с ПДК_{сс}, табл. 2.6).

Таблица 2.5 – Исходные данные для выполнения расчётов

Номер варианта	Название	Местоположение ТЭЦ	Основное топливо	Масса вредного вещества, вы- брасываемого в единицу вре- мени (M), г/с			Температура при выходе из источника выброса (T _г), °С	Диаметр источника выброса (D), м	Средняя скорость выхода воздушной смеси из устья источника (ω ₀), м/с	Влияние рельефа на местность (η)
				А	Б	В				
				СО	NO	SO ₂				
1	Приморская ГРЭС	Лучегорск	Уголь	770	670	110	170	10	7	1
2	Хабаровс- кая ТЭЦ-3	Хабаровск	Природный газ	850	600	90	300	9	8.5	1
3	Нерюнгрин- ская ГРЭС	Серебряный бор	Обогащен- ный уголь	800	620	60	250	8	8	1
4	Южно- Сахалинс- кая ТЭЦ-1	Южно- Сахалинск	Природный газ	2670	530	90	300	7	8.5	2.2
5	Камчатская ТЭЦ-1	Петропав- ловск- Камчатский	Природный газ	1300	100	60	300	5	10	2.2
6	Аркагалин- ская ГРЭС	Мяунджа	Каменный уголь	750	90	45	200	5	10	2.2
7	Анадырская ТЭЦ	Анадырь	Бурый уголь	420	185	85	200	2	15	1

Таблица 2.6 – Предельно-допустимые концентрации
газовых выбросов, мг/м³

Вещество	ПДК _{рз}	ПДК _{мр}	ПДК _{сс}
Акролеин	0,7	0,3	0,1
Оксид углерода <i>CO</i>	20	5	1
<i>NO</i>	-	0,6	0,06
<i>NO</i> ₂	5	0,085	0,04
<i>SO</i> ₂	10	0,5	0,05
Сероводород	3	0,008	0,008
3,4-Бензапирен	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-6}$	-
Сажа	4	0,15	0,05

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

РАСЧЁТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ СВАРЩИКА

1. Цель – ознакомление с методикой расчёта концентрации вредных веществ на рабочем месте сварщика.

2. Краткие теоретические сведения

При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки и сварочных материалов находятся вредные для здоровья оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразные соединения (фтористые соединения, оксиды углерода, азота, озон).

Количество образующихся при сварке пыли и газов принято характеризовать валовыми выделениями, отнесенными к 1 кг расходуемых материалов. Количество таких выделений, полученных экспериментально для наиболее распространенных сварочных материалов, приведено в таблице 3.4.

Образующийся при сварке и резке аэрозоль характеризуется мелкой дисперсностью – 2-10 мкм, скорость витания частиц меньше 0,1 м/с. По мере удаления от источника выделения как по горизонтали, так и по вертикали концентрация вредных веществ в воздухе резко уменьшается и на расстоянии соответственно 2–4 м приближается к общему фону загрязнения воздуха в помещении.

3. Методика расчёта эффективности работы вытяжного зонда

Данная методика предназначена для расчета эффективности вытяжного зонда, расположенного над тепловым источником, установленным заподлицо с основанием [3].

Эффективная мощность сварочной дуги

$$q = \eta \cdot I \cdot U, \text{ Вт.} \quad (3.1)$$

Мощность тепловых потерь при сварке

$$Q = (1 - \eta) \cdot I \cdot U, \text{ Вт.} \quad (3.2)$$

Для ручной дуговой сварки эффективный КПД процесса нагрева $\eta = 0,6 \div 0,7$.

Потери тепла в результате конвективного уноса составляют около 80 % от общего количества потерь

$$Q_{\text{кон}} = 0,8 \cdot Q, \text{ Вт.} \quad (3.3)$$

Нижняя часть тепловой струи имеет форму усеченного конуса с основаниями, равными диаметру источника d выделения вредных веществ и диаметру шейки струи, равному $d_{\text{ш}}$, высота конуса $z_{\text{ш}}$ (рис. 3.1).

Важной характеристикой для расчета является теплонапряженность помещения – тепловые потери $Q_{\text{кон}}$, выделяемые в единице объема помещения V

$$\bar{Q}_{\text{ф}} = Q_{\text{кон}} / V, \text{ Вт/м}^3.$$

При теплонапряженности $\bar{Q}_\Phi < 23 \text{ Вт/м}^3$ температурный градиент помещения $\Delta t = 3 \text{ }^\circ\text{C}$,
при $\bar{Q}_\Phi > 23 \text{ Вт/м}^3$ $\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тогда высота z , на которой $\Delta t = 3\text{-}5^\circ\text{C}$

$$z = \left(\frac{B_1 \cdot Q^{2/3}}{\Delta t} \right)^{3/5}, \text{ м}, \quad (3.4)$$

где $B_1 = 0,53$ - параметр, характеризующий движение тепловой струи около источника;
 $Q = Q_{\text{кон}}$ - конвективные потери от источника (см. 3.3).

Нижняя часть тепловой струи имеет форму усеченного конуса с основаниями, равными диаметру источника d выделения вредных веществ и диаметру шейки струи, равному $d_{\text{ш}}$, высота конуса z_u (рис. 3.1).

Площадь боковой поверхности тепловой струи от основания до шейки

$$F_1 = \pi \cdot z_u \cdot \left(\frac{d}{2} + \frac{d_{\text{ш}}}{2} \right), \text{ м}^2, \quad (3.5)$$

где $d_{\text{ш}} = 0,766d$ - диаметр шейки струи; $z_u = 1,4d$ - высота конуса; d - диаметр источника выделения.

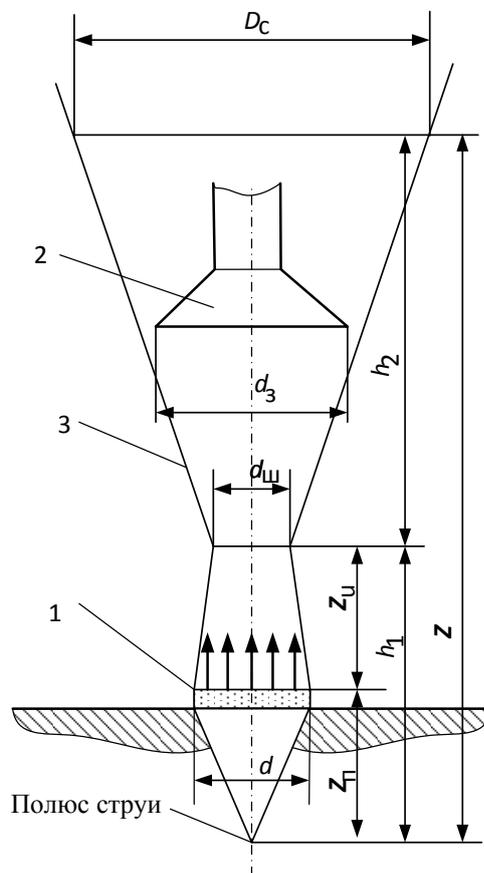


Рис. 3.1. Распределение теплового потока над тепловым источником:

1 – рабочее место сварщика; 2 – зонт; 3 – граница тепловой струи

Диаметр тепловой струи на высоте z (рис.3.1)

$$D_c = 0,45 + z^{0,88}, \text{ м}. \quad (3.6)$$

Расстояние от полюса до шейки струи (рис.3.1)

$$h_1 = z_n + z_u, \text{ м}. \quad (3.8)$$

где $z_n = d$.

Расстояние от шейки струи до высоты, на которой $\Delta t = 3-5^\circ\text{C}$

$$h_2 = z - h_1, \text{ м.} \quad (3.8)$$

Поверхность усеченного конуса с основаниями, равными диаметру шейки тепловой струи $d_{ш}$ и диаметру тепловой струи D_c , на которой температура равна температурному градиенту $\Delta t = 3-5^\circ\text{C}$

$$F_2 = \frac{\pi}{2} (0,766 \cdot d_{ш} + D_c) \sqrt{\left(\frac{D_c - 0,766 \cdot d_{ш}}{2}\right)^2 + (5,6 \cdot d_{ш} - \Pi)^2}, \text{ м}^2, \quad (3.9)$$

где $\Pi = 1$ - параметр воздушной струи вблизи теплового источника.

Поверхность конуса тепловой струи с основанием, равным D_c на высоте $h_n = 7d$ и высотой равной h_3

$$h_3 = z - h_n, \text{ м.} \quad (3.10)$$

$$F_3 = \frac{\pi \cdot D}{2} \cdot \sqrt{h_n^2 + (D/2)^2}, \text{ м}^2. \quad (3.11)$$

Общая поверхность тепловой струи:

$$F = F_1 + F_2 + F_3, \text{ м}^2. \quad (3.12)$$

Распределение вредных газообразных веществ над тепловым источником может быть представлено как совокупность двух различных по характеру схем

$$G = G_1 + G_2, \quad (3.13)$$

где G_1 - количество вредных веществ, поступающих в помещение в результате диффузионного переноса из пограничной (боковой) зоны тепловой струи, г/ч; G_2 - количество вредных веществ, поступающих вверх с тепловой струей, г/ч.

Удельное количество вредных веществ, теряемых с единицы поверхности тепловой струи

$$q_{y\delta} = G_i / F, \text{ г/ч*м}^2, \quad (3.14)$$

где F - общая поверхность тепловой струи, м^2 ; G_i - количество выделяющихся вредных веществ, г/ч. Количество выделяющейся пыли определяется по заданному расходу сварочных материалов $G_{св}$ (табл.3.1) и удельному выделению пыли $m_{п}$ (табл.3.4)

$$G_{п} = m_{п} \cdot G_{св}, \text{ г/ч.} \quad (3.15)$$

Аналогично для других составляющие выброса

$$G_i = m_i \cdot G_{св}, \text{ г/ч.}$$

Количество вредных веществ, поступающих из пограничной (боковой) зоны тепловой струи

$$G_1 = q_{y\delta} \cdot F_c, \text{ г/ч,} \quad (3.16)$$

где $q_{y\delta}$ - удельное количество вредных веществ, теряемое с единицы поверхности тепловой струи, г/ч*м^2 ; F_c - поверхность свободной тепловой струи в зазоре высотой h между источником выброса и зонтом, м^2 , (рис.3.2). Площадь этой поверхности определяется как боковая поверхность цилиндра

$$F_c = \pi \cdot d \cdot h_n, \text{ м}^2. \quad (3.17)$$

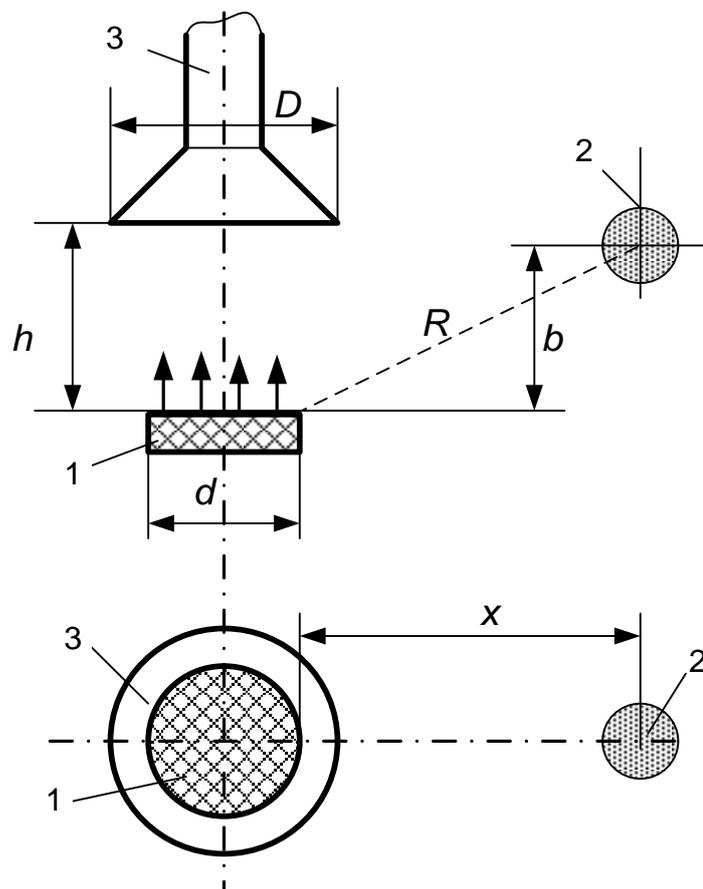


Рис. 3.2. Схема взаимного расположения источника выделения вредных веществ, местного отсоса и рабочего места:

1 – источник выделения вредного вещества; 2 – рабочее место;
3 – местный отсос

Диаметр тепловой струи на высоте h (из пропорции)

$$d_h = d - \frac{d-d_{\text{зм}}}{z_{\text{н}}} \cdot h, \text{ м.} \quad (3.18)$$

Этот диаметр принимается равным диаметру зонта d_z . Следовательно, количество вредных веществ, поступающих вверх с тепловой струей мимо зонта, равно нулю: $G_2 = 0$.

Общая потеря вредных веществ

$$G_{\text{ном}} = G_1 + G_2, \text{ г/ч.} \quad (3.19)$$

Эффективность работы местного отсоса

$$\mathcal{E}_{\text{ф}} = \frac{G_i - G_{\text{ном}}}{G_i}, \text{ \%}. \quad (3.20)$$

Объемная концентрация вредного вещества на границе тепловой струи

$$C_{0i} = \frac{2}{3} \cdot \frac{G_i \cdot F_c}{F \cdot \pi \cdot b^3}, \text{ мг/м}^3. \quad (3.21)$$

Коэффициент пропорциональности, учитывающий диффузионную способность веществ

$$k = \sqrt{M_B / M_i}, \quad (3.22)$$

где $M_B = 29$ г/моль - молярная масса воздуха; M_i - молярная масса рассматриваемого вещества, г/моль.

Относительное расстояние

$$\bar{x} = x/R, \quad (3.23)$$

где x - расстояние в направлении диффузии (наименьшее расстояние от границы тепловой струи до рассматриваемой точки (рис.3.2), м; R - расстояние от теплового источника до рассматриваемой точки тепловой струи, м, (определяется как гипотенуза прямоугольного треугольника).

Изменение концентрации газообразных веществ на некотором расстоянии x от тепловой струи можно записать в следующем виде:

$$C_x = k \cdot C_0 \cdot e^{-x} \quad (3.24)$$

4. Задание

Определить вид и количество выделившихся вредных веществ при сварке и наплавке металлов электродами заданной марки и заданного расхода.

Определить диаметр и эффективность работы местного отсоса-зонта, установленного на высоте $h=0,5$ м от места сварки, и концентрацию токсичных компонентов на границе тепловой струи и на рабочем месте, удаленном от места сварки на x_1, x_2, x_3 м. Диаметр источника выделения $d = 0,2$ м, сварочное напряжение $U=36$ В. Построить график. Для пыли молекулярная масса приведена в таблице 3.1. Сопоставить эти данные с ПДК_{р.з.}

5. Порядок расчетов

- 4.1. По заданному варианту из табл. 3.1 выбираются исходные данные для расчета.
- 4.2. По (3.3) рассчитывается потеря тепла в результате конвективного уноса $Q_{кон}$.
- 4.3. По (3.4) рассчитывается высота z , на которой $\Delta t = 3-5^\circ\text{C}$.
- 4.4. По (3.12) рассчитывается общая поверхность тепловой струи F .
- 4.5. По (3.15) рассчитывается количество выделяемых пыли G_n и вредных веществ G_i .
- 4.6. По (3.18) рассчитывается диаметр зонта.
- 4.7. По (3.20) рассчитывается эффективность работы местного отсоса \mathcal{E}_ϕ .
- 4.8. По (3.21) рассчитывается объемная концентрация каждого вредного вещества на границе тепловой струи C_{0i} (мг/м³).
- 4.9. По (3.23) рассчитывается относительное расстояние на расстояниях x_1, x_2, x_3, x_4 от источника, приведенных в задании.
- 4.10. По (3.24) рассчитывается изменение концентрации газообразных веществ на расстояниях x_1, x_2, x_3, x_4 от источника.
- 4.11. Построить график зависимости концентрации от расстояния от источника, определить зону безопасную для жизнедеятельности человека (сравнить с ПДК_{р.з.}).

Таблица 3.1 – Исходные данные для выполнения расчётов

№ ва р	Процесс	Наплавляемый материал	Расход матер. $G_{св}$ кг/час	Раб. ток I , А	Тепло- напр. Q , Вт/м ³	Молекул. масса пы- ли, M , г/моль	Расстояние		
							x_1	x_2	x_3
1	Ручная дуговая сварка сталей электро- дами	УОНИ-13/45	8	180	23	72	0,2	0,5	1,0
2		УОНИ-13/55	12	200	25	105	0,4	1,0	1,8
3		УОНИ-13/80	6	220	22	75	0,3	0,8	1,5
4		Э-48-М/18	10	240	20	80	0,5	1,2	2,0
5		ЭА-606/11	11	260	17	82	0,2	0,8	1,5
6		ЭА-400/10у	12	280	18	85	0,6	0,9	1,8
7		АНО-9	10	170	17	90	0,3	1,0	1,5
8		ЭА-48/22	13	190	18	92	0,6	1,2	2,0
9		МЗЗ-Ш	12	210	14	98	0,2	0,8	1,5
10		ВИ-ИМ-1	14	230	16	75	0,4	0,8	1,8
11		ЦТ-15	8	250	18	68	0,6	1,2	2,2
12		03Л-9А	11	270	20	76	0,7	1,4	2,2
13		ЦН-6Л	8	180	23	82	0,8	1,6	2,5
14	Ручн. дугов. сварка и наплав. чугуна	МНЧ-2	10		15	99	0,3	0,7	1,2
15		Т-590	10	200	20	80	0,3	0,8	1,5
16		Т-620	8		12	65	0,3	1,0	2,0
17	Ручн. эл. сварка алюми- ния	ОЗА-1	7	220	23	70	0,3	1,2	2,0
18		ОЗА-2/АК	10		20	50	0,3	1,5	2,0
19	Полуавт. сварка стали	ПП-108	10	240	20	75	0,3	1,0	1,5
20	То же в CO ₂	С _в -08Г2С	11	260	18	80	0,4	1,2	1,8
21		С _в -08Х19НФ- 2ц2	12		16	85	0,3	1,5	2,0
22		С _в - 16Х16Н25М6	12		20	65	0,3	1,2	1,8
23	Полуавт. сварка Al, Ti и сплавов	МНЖ-КГ-5- 1-02-02	10	280	12	90	0,4	1,0	1,5
24	То же в Ar и He	АМГ-6Т	11		14	95	0,2	1,4	1,6

Таблица 3.2 – Предельно допустимые концентрации некоторых аэрозолей в рабочей зоне

Наименование вещества	Величина ПДК _{рз} , мг/м ³	Класс опасности
1. Алюминий и его сплавы	2	4
2. Алюминия оксид (в том числе с примесью диоксида кремния) в виде аэрозоля конденсации	2	4
3. Алюминия оксид (электрокорунд) в смеси со сплавом никеля до 15 %	4	4
4. Бора карбид	6	4
5. Вольфрамокобальтовые сплавы в смеси с алмазом до 3 %	4	4
6. Железа оксид с примесью оксидов марганца до 3 %	6	4
7. Железа оксид с примесью фтористых или от 3 до 6 % марганцевых соединений	4	4
8. Кремнеземсодержащие пыли: кремния диоксид кристаллический: кварц, кристобалит, тридимит, при содержании его в пыли свыше 70 % (кварцит, динас и др.)	1	3
9. Кремния карбид (карборунд)	6	4
10. Легированные стали и их смеси с алмазом до 5 %	6	4
11. Силикаты и силикатные пыли: асбест природный и искусственный, а также асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 10 %	2	4
12. Углерода пыли: кокс нефтяной, песковый, сланцевый, электродный	6	4
13. Фосфорит	6	4
14. Чугун	6	4
15. Чугун в смеси с электрокорундом до 22 %	6	4
16. Марганец	0,3	-
17. Соединения титана	10	-
18. Соединения хрома	0,1	-

Таблица 3.3 – Предельно допустимые концентрации
токсичных газообразных веществ, сажи и пыли
в рабочей зоне и в населенных местах

Наименование вещества	ПДК _{рз} , мг/м ³	ПДК _{нм} , мг/м ³	
		ПДК _{мр}	ПДК _{сс}
Акролин (C_nH_m)	0,7	0,3	0,1
Оксид углерода (CO)	20	5	1
Оксид азота (NO)	-	0,6	0,06
Двуокись азота (NO_2)	5	8,085	0,04
Двуокись серы (сернистый ангидрид) (SO_2)	10	0,5	0,05
Трехокись серы (серный ангидрид) (SO_3)	3	0,3	0,1
Сероводород (H_2S)	1	0,008	0,008
Хлористый водород (HCl)	5	0,2	0,2
Бенз(а)перен	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-6}$	-
Газообразные фтористые соединения	0,5	0,02	0,005
Фторид водорода (HF)	0,5	-	-
Мышьяковый и мышьяковистый ангидрид	0,3	-	-
Сажа	4	0,15	0,05
Пыль нетоксичная	40	0,6	0,15