

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной  
безопасности**

Авторы-составители: **Машевская Ирина Владимировна  
Байбародских Даниил Владимирович  
Зубарев Михаил Павлович  
Романов Андрей Михайлович**

Рабочая программа дисциплины

**НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК**

Код УМК 88505

Утверждено  
Протокол №4  
от «19» марта 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Надежность технических систем и техногенный риск

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия (ПБ)

направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Надежность технических систем и техногенный риск** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.03.01** Химия (ПБ) (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.1** знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

**ПК.7** владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса

**ПК.9** способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Показатели надежности объектов и методы их повышения**

Тема 1. Введение.

Предмет курса "Надежность технических систем и техногенный риск" и его задачи. Вклад российских учёных в развитие науки о надежности технических систем и техногенном риске. Проблема обеспечения надежности и развитие научно-технического прогресса. На-дежность и эффективность – важнейшие показатели технического прогресса. Надежность как комплексное свойство объекта (машины, аппарата, системы). Критерии и признаки обнаружения отказов оборудования и технологических схем. Причины возникновения отказов. Классификация и характеристика отказов.

Тема 2. Показатели надежности объектов.

Общие сведения о показателях надежности. Выбор и назначение показателей надежно-сти. Долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Вероятность безотказной работы. Вероятность отказа. Гамма-процентный ресурс. Коэффициент готовности. Коэффициент тех-нического использования. Срок службы. Срок гарантии. Плотность вероятности. Алгоритмы и вычислительные методы определений основных характеристик надежности.

Тема 3. Методы повышения надежности объектов.

Общая характеристика методов повышения надежности. Виды и способы резервирования. Структурное резервирование. Временное резервирование. Информационное, функциональное и нагрузочное резервирование. Способы структурного резервирования и виды ре-зерва. Показатели надежности и свойства способов структурного резервирования. Постоянно включенный резерв. Резервирование замещением. Расчет показателей надежности невосстанавливаемых простых ХТС. Расчет показателей надежности резервированных ХТС. Свойства способов структурного резервирования.

Технико-экономическая целесообразность резервирования. Оптимальное резервирование. Метод уменьшения интенсивности отказов. Метод уменьшения среднего времени восстановления.

Тема 4. Организационно-технические и технологические способы повышения надежно-сти объектов.

Общая характеристика способов обеспечения и повышения надежности. Методы кон-троля показателей надежности. Техническая диагностика. Техническое обслуживание. Методы оптимизации технического обслуживания. Технологические способы повышения надежности. Комплексные испытания на надежность. Расчеты экономической эффективности повышение надежности.

### **Методология анализа и оптимизации надежности ХТС**

Тема 5. Системный подход к исследованию и оптимизации надежности производств. Символические и топологические модели надежности ХТС. Методы и алгоритмы расчета показателей надежности ХТС. Методы оптимизации надежности ХТС.

### **Риск как количественная мера опасности**

Тема 6. Риск как количественная мера опасности.

Основные факторы возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера и защита от них. Определения понятий: идентификация опасностей, критичной инфраструктуры, особо опасного объекта, аварии, катастрофы, чрезвычайной ситуации, аварийного риска. Классификация рисков. Трактовки риска как количественной меры опасности. Предприятие как объект повышенной опасности. Нормальное и пораженное состояния предприятия. Ава-рийная ситуация. Стадии развития аварии. Вероятность безопасной работы. Вероятность аварии. Статистика аварий и катастроф. Классификация отказов. Классификация чрезвычайных ситуаций. Характеристика техногенных чрезвычайных ситуаций. Критичные инфра-структуры, особо опасные объекты на территории Пермского края.

### **Прогнозирование техногенного риска**

Тема 7. Прогнозирование техногенного риска.

Методы прогнозирования аварий и катастроф. Методы анализа техногенного риска. Прогнозирование

опасностей и последствий ЧС: оперативный прогноз, долговременный прогноз. Прогнозирование зон распространения поражающих факторов на особо опасных объектах. Прогнозирование последствий аварий на радиационно-опасных объектах, химически опасных объектах, пожаровзрывоопасных объектах. Эксплуатационная и конструктивная надежность (безопасность) технических систем. Понятие вреда и ущерба. Оценка ущерба и вреда от чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Последовательность прогноза техногенного риска. Декомпозиция технологического объекта до сравнительно простых элементов (человек – машина – среда). Выбор показателя опасности–риска. Выделение из состава объекта источников повышенной опасности. Выявление сценариев нежелательного высвобождения энергозапаса или вредных выбросов по результатам моделирования процесса или экспертного анализа. Оценка предполагаемой частоты появления различных сценариев нежелательного высвобождения вредных веществ и энергии с учетом имеющихся статистических данных и результатов количественного анализа соответствующих моделей. Определение предполагаемых объемов высвободившихся энергии и вредных веществ. Определение вероятности первичного (непосредственного) ущерба. Расчет размеров зон вероятного поражения. Оценка вторичного ущерба.

Тема 8. Прогнозирование техногенного риска для совокупности технологических объектов.

Необходимость разработки экономических механизмов регулирования техногенного риска. Внедрение экономических механизмов регулирования техногенного риска. Представление степени техногенной опасности через риск социально-экономического ущерба. Аварийная подготовленность, аварийное реагирование. Оценка экологического риска и управление экологическим риском.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Алымов В. Т., Тарасова Н. П. Техногенный риск: анализ и оценка: учебное пособие для вузов / В. Т. Алымов, Н. П. Тарасова. - Москва: ИКЦ Академкнига, 2006, ISBN 5-94628-144-5.-118.-Библиогр.: с. 113-116
2. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / сост.: С. А. Сазонова, С. А. Колодяжный. - Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013, ISBN 978-5-89040-457-2.-147. <http://www.iprbookshop.ru/23110>

### Дополнительная:

1. Сергеев, В. С. Чрезвычайные ситуации и защита населения : терминологический словарь / В. С. Сергеев. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 348 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/26241>



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<https://files.stroyinf.ru> Нормативные базы ГОСТ/СП/СНиП

<http://statsoft.ru> Статистика, анализ данных, контроль качества

<https://toxi.ru/produkty/programmnyi-kompleks-toxirisk-5> Программные средства по промышленной безопасности

<http://59.mchs.gov.ru> Сайт МЧС по Пермскому Краю

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Надежность технических систем и техногенный риск** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Лекционные занятия - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Практические (семинарские) занятия - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия (если они предусмотрены учебным планом) - Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса
4. Групповые (индивидуальные) консультации - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
5. Текущий контроль - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
6. Самостоятельная работа - Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Надежность технических систем и техногенный риск**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>знает основные теории и учения в области техногенного риска; умеет применять теоретические знания при расчете риска; владеет методами количественной оценки риска</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Студент не знает основные теории и учения в области техногенного риска; не умеет применять теоретические знания при расчете риска; не владеет методами количественной оценки риска.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Студент знает основные теории и учения в области техногенного риска; но не умеет применять теоретические знания при расчете риска; не владеет методами количественной оценки риска.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Студент знает основные теории и учения в области техногенного риска; умеет применять теоретические знания при расчете риска; но не владеет методами количественной оценки риска.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Студент знает основные теории и учения в области техногенного риска; умеет применять теоретические знания при расчете риска; владеет методами количественной оценки риска.</p>
<p><b>ПК.7</b> владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса</p>	<p>Знать основные количественные и качественные показатели технологического процесса и методы их расчета. Уметь обрабатывать результаты наблюдений и экспериментов. Владеть методикой измерения значений показателей технологического процесса.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает основные количественные и качественные показатели технологического процесса и методы их расчета. Не умеет обрабатывать результаты наблюдений и экспериментов. Не владеет методикой измерения значений показателей технологического процесса.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Знает основные количественные и качественные показатели технологического процесса и методы их расчета. Не умеет</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>обрабатывать результаты наблюдений и экспериментов. Не владеет методикой измерения значений показателей технологического процесса.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные количественные и качественные показатели технологического процесса и методы их расчета. Умеет обрабатывать результаты наблюдений и экспериментов. Не владеет методикой измерения значений показателей технологического процесса.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные количественные и качественные показатели технологического процесса и методы их расчета. Умеет обрабатывать результаты наблюдений и экспериментов. Владеет методикой измерения значений показателей технологического процесса.</p>
<p><b>ПК.9</b> способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению</p>	<p>Знать основные причины нарушений параметров технологического процесса. Уметь анализировать причины нарушений параметров технологического процесса. Владеть методикой выработки рекомендаций по предупреждению и устранению нарушений параметров технологического процесса.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные причины нарушений параметров технологического процесса. Не умеет анализировать причины нарушений параметров технологического процесса. Не владеет методикой выработки рекомендаций по предупреждению и устранению нарушений параметров технологического процесса.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные причины нарушений параметров технологического процесса. Не умеет анализировать причины нарушений параметров технологического процесса. Не владеет методикой выработки рекомендаций по предупреждению и устранению нарушений параметров технологического процесса.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные причины нарушений параметров технологического процесса. Умеет анализировать причины нарушений</p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>параметров технологического процесса. Не владеет методикой выработки рекомендаций по предупреждению и устранению нарушений параметров технологического процесса.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные причины нарушений параметров технологического процесса. Умеет анализировать причины нарушений параметров технологического процесса. Владеет методикой выработки рекомендаций по предупреждению и устранению нарушений параметров технологического процесса.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 28/0/28/88

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Показатели надежности объектов и методы их повышения <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей. Понимание принципа их действия.
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Методология анализа и оптимизации надежности ХТС <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Методология анализа и оптимизации надежности ХТС
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Риск как количественная мера опасности <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Риск как количественная мера опасности

<b>Компетенция</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области <b>ПК.7</b> владеть навыками расчета основных технических показателей технологического процесса <b>ПК.9</b> способность анализировать причины нарушений параметров технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению	Прогнозирование техногенного риска <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Прогнозирование техногенного риска

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Показатели надежности объектов и методы их повышения**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12.5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решение 4го задания контрольной работы	7.5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5
Верное решение 3го задания контрольной работы	5
Верное решение 1го задания контрольной работы	2.5

#### **Методология анализа и оптимизации надежности ХТС**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12.5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решение 4го задания контрольной работы	7.5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5
Верное решение 3го задания контрольной работы	5
Верное решение 1го задания контрольной работы	2.5

#### **Риск как количественная мера опасности**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12.5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решение 4го задания контрольной работы	7.5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5
Верное решение 3го задания контрольной работы	5
Верное решение 1го задания контрольной работы	2.5

### **Прогнозирование техногенного риска**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12.5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Верное решение 4го задания контрольной работы	7.5
Верное решение 2го задания контрольной работы	5
Верное решение 3го задания контрольной работы	5
Верное решение 1го задания контрольной работы	2.5