

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.27

Надежность технических систем и техногенный риск

Учебный план: 2026-2027 20.03.01 ИФСТЗ КНДвСТ ОО №1-1-179.plx

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Направление подготовки:
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки:
(специализация) Контрольно-надзорная деятельность в сфере труда

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	16	32	69	27	4	Экзамен
	РПД	16	32	69	27	4	
Итого	УП	16	32	69	27	4	
	РПД	16	32	69	27	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 680

Составитель (и):

кандидат технических наук, Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и
промышленной экологии

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

Макаренко С. В.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области оценки надежности технических систем и техногенного риска, позволяющие применить знания, умения и личные качества для решения задач надежности химико-технологических систем (ХТС)

1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть теоретические и прикладные вопросы теории надежности технических систем и техногенного риска;
- Рассмотреть методы повышения надежности технических систем, важнейшие технологические способы обеспечения и повышения надежности оборудования и трубопроводов;
- Раскрыть вопросы оценки экологического риска и управление им.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Информационные технологии

Метрология и стандартизация

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления;

Знать: терминологию и основные понятия теории надежности технических систем и техногенного риска; подходы к оценке основных показателей надежности (вероятностей безотказной работы и отказа, плотности вероятности и интенсивности отказов, средней наработки до отказа); способы представления структуры технологических схем с точки зрения надежности; подходы к оценке надежности систем при различных способах соединения; методы повышения надежности.

Уметь: оценивать показатели надежности элементов схем на основе статистического подхода; проводить количественную оценку показателей надежности технических систем сложной структуры.

Владеть: навыками расчета основных показателей надежности сложных схем, в том числе с различными видами структурного резервирования; навыками расчета рисков на базе данных по отказам оборудования.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Показатели надежности технических объектов и систем. Методология анализа и оптимизации надежности сложных химико-технологических систем	5					Т,З
Тема 1. Основные термины и определения теории надежности объектов и систем. ГОСТ 27.002-2015. Обзор основных показателей надежности технических объектов. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых объектов.		1		2	ИЛ	
Тема 2. Основные показатели надежности технических объектов - вероятность безотказной работы, вероятность отказа, плотность вероятности, интенсивность отказов. Статистическая оценка показателей надежности. Взаимосвязь показателей надежности Средняя наработка до отказа. Практическое занятие "Оценка основных характеристик надежности элементов технических систем интервальным методом".		1	4	2		
Тема 3. Основные законы распределений случайных величин, применяемые в теории надежности. Практическое занятие "Выбор закона распределения времени отказов и определение его параметров"		1	4	7	ИЛ	
Тема 4. Оценка характеристик надежности сложных технологических систем. Символические и топологические модели надежности технических систем. Различные способы соединения элементов и их отражение в блок-схемах надежности (последовательное и параллельное соединения, комплексные соединения, соединения типа m из n, мостиковые схемы). Практическое занятие "Расчет характеристик надежности сложных технологических систем с различным		2	6	6	ИЛ	

Тема 5. Способы повышения надежности технических систем. Общая характеристика способов обеспечения и повышения надежности. Виды и способы резервирования. Структурное резервирование. Временное резервирование. Информационное, функциональное и нагрузочное резервирование. Способы структурного резервирования. Практическое занятие "Расчет характеристик надежности систем с различными видами структурного резервирования".		2	4	10	ИЛ	
Тема 6. Системный подход к исследованию и оптимизации надежности производств. Методы и алгоритмы расчета показателей надежности технических систем. Методы оптимизации надежности технических систем. Практическое занятие "Оптимальное резервирование".		2	4	12	ИЛ	
Раздел 2. Надежность оперативного персонала сложных систем.						
Тема 7. Основные понятия и определения надежности оперативного персонала.		1		11		3
Тема 8. Человек-оператор как звено сложной системы человек-машина-среда. Оценка надежности оперативного персонала в сложных системах		2	4	10		
Раздел 3. Техногенный риск.						
Тема 9. Риск как количественная мера опасности. Нормативно-правовые аспекты оценки рисков в технике. Классификация рисков.		2		5		С,3
Тема 10. Трактовка риска как количественная мера опасности и ее применение в расчетах. Практическое занятие "Количественная оценка техногенного риска".		2	6	4	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	32	69		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		50,5		93,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-2	Идентифицирует типовые способы соединения элементов объектов сложной структуры (с точки зрения надежности), описывает подходы к расчету вероятностных характеристик надежности в зависимости от способа соединения элементов. Составляет математические выражения для вероятности безотказной работы. Выполняет расчеты показателей надежности элементов по статистической выборке времени отказов. Выполняет компьютерные расчеты показателей надежности схем сложной	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания

	структуры.	
--	------------	--

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом имеются существенные ошибки или пробелы в знаниях, путаница в важных терминах.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Основные понятия в области надежности. Надежность, безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость. Отказ. Классификация отказов.
2	Определения вероятности безотказной работы элемента производственной системы, вероятности отказа, интенсивности отказов, средней наработки.
3	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Экспоненциальный закон распределения отказов.
4	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Нормальный закон распределения отказов.
5	Коэффициенты надежности. Коэффициент готовности. Коэффициент вынужденного простоя. Коэффициент профилактики.
6	Расчет надежности технических систем с последовательным соединением элементов. Пример.
7	Расчет надежности технических систем с параллельным соединением элементов. Пример.
8	Расчет надежности систем с комбинированным соединением элементов. Пример.
9	Методы повышения надежности технических систем.
10	Структурное резервирование. Определение числа резервных элементов. Пример.
11	Влияние переключателей на надежность производственных систем.
12	Организационно-технические и технологические способы повышения надежности производственных систем.
13	Расчет надежности систем типа m из n методом простого перебора. Пример.
14	Расчет надежности мостиковых систем методом простого перебора. Пример.
15	Расчет надежности систем типа m из n методом минимальных путей и сечений. Пример.
16	Расчет надежности мостиковых систем методом минимальных путей и сечений. Пример.
17	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Закон Пуассона.
18	Оптимизация надежности производственных систем. Пример.
19	Принципы и методы обеспечения надежности систем теплоэнергоснабжения.
20	Обеспечение надежности сооружений по очистке сточных вод и обработки осадков.
21	Статистика ошибок оперативного персонала

22	Статистические показатели надежности. Среднее время между соседними отказами. Средняя частота отказов. Среднее время восстановления.
23	Классификация ошибок оперативного персонала.
24	Надежность человека как звена сложной производственной системы.
25	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Гамма-распределение.
26	Проверка гипотезы об экспоненциальном законе распределения отказов.
27	Методы оценки риска аварий методами теории надежности.
28	Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Распределение Вейбулла.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

По заданной структурной схеме надежности технической системы и значениям интенсивностей отказов ее элементов (экспоненциальный закон распределения отказов) требуется:

1. Произвести структурные преобразования исходной схемы.
2. Выполнить расчет показателей надежности комбинированной системы.
3. Построить графики изменения всех показателей надежности.
4. Рассчитать наработку со значением вероятности безотказной работы не ниже 0,9.
5. Определить фрагмент в преобразованной схеме с минимальным значением вероятности безотказной работы и предложить варианты повышения надежности этого фрагмента, что позволит увеличить надежность системы в целом

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

К экзамену допускаются студенты, полностью выполнившие плановые практические задания.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ + Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- время на подготовку по билету составляет 30 минут;
- выполнение ситуационной задачи составляет 30 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Беспалова И. М.	Надежность технологических и технических систем	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019219
Багров И. В., Бусыгин Н. Ю.	Надежность технических систем и техногенный риск	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017125
Сазонова, С. А., Колодяжный, С. А., Сушко, Е. А.	Надежность технических систем и техногенный риск	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2021	https://www.iprbooks.hop.ru/108311.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Дерюшев, Л. Г.	Надежность сооружений систем водоснабжения	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2015	http://www.iprbookshop.ru/57046.html
Тремясов, В. А., Кривенко, Т. В.	Теория надежности в энергетике. Надежность систем генерации, использующих ветровую и солнечную энергию	Красноярск: Сибирский федеральный университет	2017	http://www.iprbookshop.ru/84157.html

Дзиминскас, Ч. А., Васильев, А. Л., Жакевич, М. О.	Надежность канализации городов как основа экологической безопасности	Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/80909.html
Рахимова, Н. Н.	Надежность технических систем и техногенный риск	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/78793.html
Горев, В. А.	Надежность технических систем и техногенный риск	Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ	2018	http://www.iprbookshop.ru/80627.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». [Электронный ресурс].
URL: <http://window.edu.ru/catalog>

Информационно-образовательная среда СПбГУПТД <https://portal.sutd.ru/> с образовательными ресурсами по дисциплине, в том числе видеоматериалами для практических занятий.

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Mathcad Education – University Edition Term

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска