



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Техносферной безопасности

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Надежность технических систем и техногенный риск

направление подготовки/специальность 20.03.01 Техносферная безопасность

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Техносферная безопасность

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются обучение студентов вопросам теории и практики оценки надежности технических систем и определения возможностей управления факторами техногенного риска в неблагоприятных условиях функционирования объектов техносферы.

Задачами освоения дисциплины являются подготовка бакалавра, обладающего знаниями, умением и практическими навыками, необходимыми для: идентификации опасностей и оценки риска при протекании технологических процессов и эксплуатации оборудования; применения инженерных методов оценки безопасности технических систем.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-2 Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления;	ОПК-2.2 Демонстрирует понимание концепции риск-ориентированного мышления в профессиональных задачах	<b>знает</b> природу и характеристику опасностей в техносфере. Основы методологии анализа и управления риском <b>умеет</b> применять методы идентификации опасностей и оценки риска <b>владеет</b> определять источники и характеристики вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса, их классификации
ПК-2 Способен обеспечивать снижение уровней профессиональных рисков и профессиональных заболеваний с учетом условий труда	ПК-2.2 Проводит оценку профессионального риска	<b>знает</b> методы и способы оценки риска технических систем и профессионального риска современного производства <b>умеет</b> применять инженерные методы оценки безопасности технических систем и профессионального риска работников <b>владеет</b> оценки надёжности технических систем и профессионального риска логико-вероятностным методом и с использованием программных средств

## 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.22 основной профессиональной образовательной программы 20.03.01 Техносферная безопасность и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
2	Информационные технологии	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь знания, умения и навыки, полученные

на предыдущих курсах в области математики, и информационных технологиях.

В области математики студент должен:

Знать: основные положения и теоремы теории вероятности.

Уметь: оценивать и выполнять расчёты возникновения случайных событий.

Владеть: методами обоснования, построения и расчёта математических моделей событий

В области информационных технологий студент должен знать: правила и порядок системно-структурного выбора информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной задачей

Уметь: выявлять информацию, значимую для поставленной задачи

Владеть: способностью предлагать варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Технологии управления рисками	ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.5
2	Защита в чрезвычайных ситуациях	ОПК-1.2, ОПК-3.1
3	Опасные технологии и производства	ПК-5.2, ПК-5.3
4	Организация охраны труда в строительной отрасли	ОПК-3.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-3.4, ПК-3.5

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			5	6
<b>Контактная работа</b>	96		48	48
Лекционные занятия (Лек)	32	0	16	16
Практические занятия (Пр)	64	0	32	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,25			0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)				
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))				
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	30,75		4	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	125		56	69
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	252		108	144
<b>зачетные единицы:</b>	7		3	4

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Основы теории риска										
1.1.	Природа и характеристика опасностей в техносфере	5	1		2				4	7	ОПК-2.2
1.2.	Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем	5	1		2				6	9	ОПК-2.2
1.3.	Развитие риска на промышленных объектах	5	2		4				6	12	ОПК-2.2
1.4.	Основы анализа и управления риском. Нормативные значения риска. Допустимый риск	5	2		4				6	12	ОПК-2.2, ПК-2.2
1.5.	Моделирование риска. Принципы построения информационных технологий управления риском	5	2		4				6	12	ОПК-2.2, ПК-2.2
2.	2 раздел. Основы теории расчета надежности технических систем расчета надежности технических систем										
2.1.	Основы теории надёжности. Количественные и качественные характеристики надёжности	5	2		4				7	13	ОПК-2.2, ПК-2.2
2.2.	Теоретические законы распределения отказов	5	2		4				7	13	ОПК-2.2, ПК-2.2
2.3.	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов	5	2		4				7	13	ОПК-2.2, ПК-2.2
2.4.	Методика исследования надёжности технических систем. Инженерные методы исследования безопасности технических систем	5	2		4				7	13	ОПК-2.2, ПК-2.2
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	зачет	5								4	ОПК-2.2, ПК-2.2

4.	4 раздел. Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью технических систем										
4.1.	Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью техниче-ских систем	6	2		4				11	17	ОПК-2.2
4.2.	Ответственность за нарушения законодательства и нанесённый ущерб.	6	2		4				10	16	ОПК-2.2
5.	5 раздел. Мероприятия, методы и средства обеспечения надёжности и безопасности технических систем										
5.1.	Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем	6	2		4				8	14	ПК-2.2, ОПК-2.2
5.2.	Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования	6	2		4				8	14	ОПК-2.2, ПК-2.2
5.3.	Технические системы безопасности	6	4		4				8	16	ОПК-2.2, ПК-2.2
5.4.	Организация и проведение экспертизы надёжности технических систем	6	4		12				24	40	ОПК-2.2, ПК-2.2
6.	6 раздел. Контроль										
6.1.	Экзамен	6								27	ОПК-2.2, ПК-2.2

#### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Природа и характеристика опасностей в техносфере	Природа и характеристика опасностей в техносфере Области и объекты дисциплины “Надёжность технических систем и техногенный риск”. Содержание научно-исследовательских, проектно-конструкторских, организационно-управленческих аспектов рабочей программы дисциплины. Сроки и требования к освоению дисциплины. Материально-техническое и дидактическое обеспечение дисциплины. Итоговый контроль. Техносфера. Техника. Техническая система. Технология. Определение опасности. Аксиомы о потенциальной опасности технических систем. Таксономия опасностей. Алгоритм развития опасности и ее реализации. Источники опасности. Энергоэнтропийная концепция опасностей. Номенклатура опасностей. Квантификация опасностей. Идентификация опасностей. Причины и последствия. Пороговый уровень опасности. Показатели безопасности техни-ческих систем.
2	Роль внешних факторов, воздействующих на	Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем

	формирование отказов технических систем	Классификация внешних воздействующих факторов. Воздействие температуры. Воздействие солнечной радиации. Воздействие влажности. Воздействие атмосферного давления. Воздействие ветра и гололеда. Воздействие примесей воздуха. Воздействие биологических факторов. Старение материалов. Факторы нагрузки.
3	Развитие риска на промышленных объектах	Развитие риска на опасных производственных объектах Понятие риска. Индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риски. Источники и факторы риска. Условия возникновения и развития риска.
4	Основы анализа и управления риском. Нормативные значения риска. Допустимый риск	Основы анализа и управления риском. Нормативные значения риска. Допустимый риск Анализ риска и место в обеспечении безопасности технических систем. Оценка факторов риска: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем. Управление риском: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем. Общность и различие процедур оценки и управления риском. Количественные показатели риска. Приемлемый риск. Сравнение факторов риска. Системно -динамический подход к оценке техногенного риска.
5	Моделирование риска. Принципы построения информационных технологий управления риском	Моделирование риска. Принципы и методы построения моделей оценки риска Аналитические методы моделирования риска: Моделирование индивидуального риска; Моделирование социального риска; Моделирование риска от аварий на пожароопасных и взрывоопасных объектах. Алгоритм оценки риска методом статистического моделирования. Технологии управления риском (организационные принципы и организационные признаки).
6	Основы теории надёжности. Количественные и качественные характеристики надёжности	Основы теории надёжности. Количественные и качественные характеристики надёжности Основные понятия теории надежности: объект, элемент, система. Определение надежности. Состояние объекта Переход объекта в различные состояния. Временные характеристики объекта. Показатели безотказности и ремонтпригодности. Виды надежности Характеристики отказов. Виды отказов и причинные связи. Критерии и количественные характеристики надежности. Критерии надежности невозстанавливаемых объектов. Критерии надежности восстанавливаемых объектов.
7	Теоретические законы распределения отказов	Теоретические законы распределения отказов Теоретические законы распределения отказов. Случайное событие. Случайная величина. Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Закон распределения отказов при расчете надежности. Виды резервирования. Способы структурного резервирования.
8	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов Целевое назначение и классификация методов расчета технических систем по надежности их элементов. Последовательность расчета систем. Расчет надежности, основанный на использовании параллельно-последовательных структур. Система с последовательным соединением элементов. Система с параллельным соединением элементов. Способы преобразования сложных структур. Надежность резервированной системы. Параллельное соединение резервного оборудования системы. Включение резервного оборудования системы замещением. Надежность резервированной системы в случае комбинаций отказов и внешних

		воздействий. Анализ надежности систем при множественных отказах. Модель надежности системы с множественными отказами.
9	Методика исследования надёжности технических систем. Инженерные методы исследования безопасности технических систем	Инженерные методы исследования безопасности технических систем Методология качественного и количественного анализов опасностей и выявления отказов систем. Порядок определения причин отказов и нахождения аварийного события при анализе состояния системы. Предварительный анализ опасностей. Метод анализа опасности и работоспособности – Анализ вида, последствий и критичности отказа. Дерево отказов. Дерево событий. Дерево решений. Логический анализ. Контрольные карты процессов. Распознавание образов. Таблицы состояний и аварийных сочетаний.
11	Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью технических систем	Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью технических систем Информирование государственных органов и общественности об опасностях и авариях. Ответственность производителей или предпринимателей за нарушения законодательства и нанесенный ущерб. Учет и расследование Участие органов местного самоуправления и общественности в процессах обеспечения промышленной безопасности. Государственный контроль и надзор за промышленной безопасностью. Разработка планов по ликвидации аварий и локализации их последствий, а также планов по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Российское законодательство в области промышленной безопасности. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности.
12	Ответственность за нарушения законодательства и нанесенный ущерб.	Ответственность за нарушения законодательства в области обеспечения безопасности технических систем и нанесенный ущерб. Понятие ущерба и вреда. Структура вреда Экономический и экологический вред. Принципы оценки экономического ущерба. Правовое регулирование в области безопасности зданий и сооружений.
13	Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем	Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем Стадия проектирования технических систем. Стадия изготовления технических систем. Стадия эксплуатации технических систем. Исследование надёжности систем жизнеобеспечения объекта (Федеральный закон ФЗ-384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»).
14	Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования	Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования Средства предупреждения отказов Средства контроля Средства защиты Техническое обслуживание, ремонтные работы и инспектирование Управление изменениями в технологическом процессе Обучение Диагностика нарушений и аварийных ситуаций в технических системах Алгоритм обеспечения эксплуатационной надёжности технических систем.
15	Технические системы безопасности	Технические системы безопасности Назначение и принципы работы защитных систем Типовые структуры и принципы функционирования автоматических систем защиты Автоматическая интеллектуализированная система защиты объекта и управления уровнем безопасности Типовые локальные технические системы и средства безопасности Системы предотвращения отклонений от допустимых рабочих режимов Системы, предотвращающие разрушение деталей и узлов систем

		безопасности. Системы энергоснабжения Системы аварийной сигнализации. Защитная автоматика. Технические средства защиты. Способы предотвращения человеческих и организационных ошибок.
16	Организация и проведение экспертизы надёжности технических систем	Организация и проведение экспертизы технических систем Задачи и содержание экспертизы технических систем. Организация экспертизы. Подбор экспертов. Экспертные оценки. Опрос экспертов. Оценка согласованности суждений экспертов. Групповая оценка и выбор предпочтительного решения. Принятие решения. Работа на завершающем этапе. Организация и проведение экспертизы технических систем.

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Природа и характеристика опасностей в техносфере	Идентификация опасностей технических систем Выполнить идентификацию опасностей простой технической системы. Разработать доклад, включающий содержание: на темы: 1. Природа и характеристика опасностей в техносфере. 2. Источники опасности технических систем 3. Значение надёжности в технике 4. Причины и последствия снижения надёжности технических систем 5. Цели, задачи и содержание процесса идентификация опасностей.
2	Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем	Классификация внешних опасностей воздействующих на технические системы Коллоквиум на тему "Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем" (Темы коллоквиума: Классификация внешних воздействующих факторов. Воздействие температуры. Воздействие солнечной радиации. Воздействие влажности. Воздействие атмосферного давления. Воздействие ветра и гололеда. Воздействие примесей воздуха. Воздействие биологических факторов. Старение материалов. Факторы) нагрузки
3	Развитие риска на промышленных объектах	Таксономия опасностей технических систем Индивидуальное задание: "Таксономия видов риска свойственных опасным производственным объектам. Источники и факторы риска. Условия возникновения и развития риска".
4	Основы анализа и управления риском. Нормативные значения риска. Допустимый риск	Сравнение факторов риска опасных производственных объектов Кейс: Сравнение показателей : - допустимый риск, - приемлемый риск (на примере оценки факторов риска опасного производственного объекта строительной отрасли).
5	Моделирование риска. Принципы построения информационных технологий управления риском	Логико-графические методы анализа надёжности риска технических систем Контрольная работа: Логико-графические методы анализа надёжности риска технических систем (построение дерева событий, дерева отказов - первичные, вторичные и инициированные отказы).
6	Основы теории надёжности. Количественные и качественные характеристики надёжности	Критерии и количественные характеристики надёжности Коллоквиум: "Критерии и количественные характеристики надёжности"(Темы коллоквиума: Безотказность. Долговечность, Ремонтопригодность, Сохраняемость. Средняя наработка на отказ, среднее время восстановления. интенсивность отказов, параметр потока отказов).
7	Теоретические законы распределения отказов	Составление структурной схемы резервирования Расчётно-графическая задача: " Составление структурной схемы



		резервирования" Изучение основных законов распределения, используемых в теории надежности. Применение закона распределения отказов при расчете надежности. Изучение видов и способов структурного резервирования.
8	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов	Расчет надежности системы вентиляции Расчётно-графическая работа: "Расчет надежности системы вентиляции" Перечень обрабатываемых учебных вопросов (действий): 1. Построить «дерево неисправностей». 2. Определить вероятность отказа системы.
9	Методика исследования надёжности технических систем. Инженерные методы исследования безопасности технических систем	Оценка обеспечения безопасности и снижения риска технических систем Расчётно-графическая работа: "Оценка обеспечения безопасности и снижения риска технических систем" Произвести расчет основных показателей опасности и риска на примере элементов подсистемы «Технология». Расчет производится по двум вариантам: а) без учета несчастных случаев со смертельными исходами, б) с учетом смертельных исходов.
11	Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью технических систем	Правовое регулирование в области промышленной безопасности Кейс: "Правовое регулирование в области промышленной безопасности" ( Декларация безопасности промышленного объекта. Требования к размещению промышленного объекта. Система лицензирования. Другие средства правового регулирования в области промышленной безопасности).
12	Ответственность за нарушения законодательства и нанесённый ущерб.	Экономический риск в области безопасности опасных производственных объектов Кейс: "Экономический риск в области безопасности опасных производственных объектов" (определяются затраты, соотношение пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности, ущерб обусловленный недостаточной защищённостью человека и его среды обитания).
13	Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем	Расчет надежности оборудования сварочного цеха Расчётно-графическая работа " Расчет надежности оборудования сварочного цеха" (Выявление опасностей и априорная количественная оценка риска с учетом воздействия поражающих факторов аварии на персонал и имущество ; – обеспечение информацией для разработки инструкций, технологического регламента и планов ликвидации (локализации) аварийных ситуаций).
14	Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования	Расчет вероятности безотказной работы систем Расчётно-графическая работа: "Расчёт вероятности безотказной работы систем" (Зная значения надежности составных элементов, вычислить вероятность безотказной работы системы. Ответить на вопрос: надежна ли данная система. Предложить мероприятия по увеличению надежности, рассчитать систему с резервным элементом).
15	Технические системы безопасности	Расчет вероятности безотказной работы сложных систем Расчётно-графическая работа: "Расчет вероятности безотказной работы сложных систем" (Зная значения надежности составных элементов сложных систем, вычислить вероятность безотказной работы системы. Ответить на вопрос: надежна ли данная система. Предложить мероприятия по увеличению надежности, рассчитать систему с резервным элементом).
16	Организация и проведение	Исследование надёжности элементов систем здания Расчётно-графическая работа: "Исследование надёжности элементов

	экспертизы надёжности технических систем	систем здания" (В составе коллектива выполнить: Практическая работа №1 Исследование надёжности системы отопления, Практическая работа №2 Исследование надёжности системы вентиляции. Практическая работа №3 Исследование надёжности системы водоснабжения).
--	--	---

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Природа и характеристика опасностей в техносфере	Природа и характеристика опасностей в техносфере Изучение материала, подготовка к докладу 1. Природа и характеристика опасностей в техносфере 2. Источники опасности технических систем 3. Значение надёжности в технике 4. Причины и последствия снижения надёжности технических систем 5. Цели, задачи и содержание процесса идентификация опасностей.
2	Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем	Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем Изучение материала, подготовка к коллоквиуму: "Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем" (Вопросы коллоквиума: Классификация внешних воздействующих факторов. Воздействие температуры. Воздействие солнечной радиации. Воздействие влажности. Воздействие атмосферного давления. Воздействие ветра и гололеда. Воздействие примесей воздуха. Воздействие биологических факторов. Старение материалов. Факторы нагрузки).
3	Развитие риска на промышленных объектах	Таксономия опасностей технических систем Изучение материала. Оформление отчёта индивидуального задания: "Таксономия видов риска свойственных опасным производственным объектам. Источники и факторы риска. Условия возникновения и развития риска".
4	Основы анализа и управления риском. Нормативные значения риска. Допустимый риск	Основы анализа и управления риском. Нормативные значения риска. Допустимый риск Изучение материала. Оформление отчёта материалов практического задания. Кейс: Сравнение показателей : -допустимый риск, - приемлемый риск (на примере оценки факторов риска опасного производственного объекта строительной отрасли).
5	Моделирование риска. Принципы построения информационных технологий управления риском	Логико-графические методы анализа надёжности риска технических систем Изучение материала. Подготовка к контрольной работе: Логико-графические методы анализа надёжности риска технических систем (построение дерева событий, дерева отказов - первичные, вторичные и инициированные отказы).
6	Основы теории надёжности. Количественные и качественные характеристики надёжности	Основы теории надёжности. Количественные и качественные характеристики надёжности Изучение материала. Подготовка к коллоквиуму (собеседованию) на тему "Критерии и количественные характеристики надёжности"(Темы коллоквиума: Безотказность. Долговечность, Ремонтопригодность, Сохраняемость. Средняя наработка на отказ, среднее время восстановления. интенсивность отказов, параметр потока отказов).
7	Теоретические законы распределения отказов	Теоретические законы распределения отказов Изучение материала. Оформление отчёта материалов практического задания. Расчётно-графическая задача:

		"Составление структурной схемы резервирования" Изучение основных законов распределения, используемых в теории надежности. Применение закона распределения отказов при расчете надежности. Изучение видов и способов структурного резервирования.
8	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов Изучение материала. Оформление отчёта материалов практического задания. Расчётно-графическая работа: "Расчет надежности системы вентиляции" Перечень отрабатываемых учебных вопросов (действий): 1. Построить «дерево неисправностей». 2. Определить вероятность отказа системы.
9	Методика исследования надёжности технических систем. Инженерные методы исследования безопасности технических систем	Инженерные методы исследования безопасности технических систем Изучение материала. Оформление отчёта материалов практического занятия Расчётно-графическая работа: "Оценка обеспечения безопасности и снижения риска технических систем" Произвести расчет основных показателей опасности и риска на примере элементов подсистемы «Технология». Расчет производится по двум вариантам: а) без учета несчастных случаев со смертельными исходами, б) с учетом смертельных исходов.
11	Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью технических систем	Классификация промышленных объектов по степени опасности Изучение материала. Подготовка отчёта по практической работе. Кейс: "Правовое регулирование в области промышленной безопасности" ( Декларация безопасности промышленного объекта. Требования к размещению промышленного объекта. Система лицензирования. Другие средства правового регулирования в области промышленной безопасности).
12	Ответственность за нарушения законодательства и нанесённый ущерб.	Ответственность за нарушения законодательства в области обеспечения безопасности технических систем и нанесённый ущерб. Изучение материала. Подготовка отчёта по практической работе. Кейс: "Экономический риск в области безопасности опасных производственных объектов" (определяются затраты, соотношение пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности, ущерб обусловленный недостаточной защищённостью человека и его среды обитания).
13	Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем	Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем Изучение материала. Оформление отчёта практического занятия. Расчётно-графическая работа " Расчет надежности оборудования сварочного цеха" (Выявление опасностей и априорная количественная оценка риска с учетом воздействия поражающих факторов аварии на персонал и имущество ; – обеспечение информацией для разработки инструкций, технологического регламента и планов ликвидации (локализации) аварийных ситуаций).
14	Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования	Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования Изучение материала. Оформление отчёта практического занятия. Расчётно-графическая работа: "Расчёт вероятности безотказной работы систем" (Зная значения надежности составных элементов, вычислить вероятность безотказной работы системы. Ответить на вопрос: надежна ли данная система. Предложить мероприятия по увеличению надежности, рассчитать систему с резервным

		элементом).
15	Технические системы безопасности	<p>Технические системы безопасности</p> <p>Изучение материала. Оформление отчёта практического занятия.</p> <p>Расчётно-графическая работа: "Расчет вероятности безотказной работы сложных систем" (Зная значения надежности составных элементов сложных систем, вычислить вероятность безотказной работы системы. Ответить на вопрос: надежна ли данная система. Предложить мероприятия по увеличению надежности, рассчитать систему с резервным элементом).</p>
16	Организация и проведение экспертизы надежности технических систем	<p>Организация и проведение экспертизы технических систем</p> <p>Изучение материала. Оформление отчёта практического занятия.</p> <p>Расчётно-графическая работа: "Исследование надёжности элементов систем здания" (В составе коллектива выполнить: Практическая работа №1 Исследование надёжности системы отопления, Практическая работа №2 Исследование надёжности системы вентиляции. Практическая работа №3 Исследование надёжности системы водоснабжения).</p>

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых даётся основной систематизированный материал, практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объём самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к выполнению контрольных работ и тестов;
- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Залогом обязательного посещения этой дисциплины является обязательное посещение, лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением контрольных работ согласно РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическим указаниям по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям вы в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учётом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- подготовить отчёты по выполненным практическим занятиям;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – письменная. Студенты, не прошедшие аттестации по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Природа и характеристика опасностей в техносфере	ОПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
2	Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем	ОПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
3	Развитие риска на промышленных объектах	ОПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
4	Основы анализа и управления риском. Нормативные значения риска. Допустимый риск	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решения задач
5	Моделирование риска. Принципы построения информационных технологий управления риском	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач

6	Основы теории надёжности. Количественные и качественные характеристики надёжности	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
7	Теоретические законы распределения отказов	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
8	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
9	Методика исследования надёжности технических систем. Инженерные методы исследования безопасности технических систем	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
10	зачет	ОПК-2.2, ПК-2.2	
11	Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью техниче-ских систем	ОПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
12	Ответственность за нарушения законодательства и нанесённый ущерб.	ОПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
13	Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем	ПК-2.2, ОПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
14	Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
15	Технические системы безопасности	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
16	Организация и проведение экспертизы надёжности технических систем	ОПК-2.2, ПК-2.2	устный опрос, тесты, решение задач
17	Экзамен	ОПК-2.2, ПК-2.2	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Разноуровневые задачи (задания)

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.2., ПК 2.2 )

Задачи репродуктивного уровня

Задача (задание) 1: Источники и характеристики опасностей в техносфере

Задача (задание) 2: Источники опасности технических систем

Задача (задание) 3: Значение надёжности в технике

Задача (задание) 4: Причины и последствия снижения надёжности технических систем

Задача (задание) 5: Цели и задачи процесса идентификации опасностей

Задачи Реконструктивного уровня

Задача (задание) 1: Определить показатели риска опасных производственных объектов

Задача (задание) 2: Применением логико-графического метода построить дерево опасного события

Задача (задание) 3: Применением логико-графического метода построить дерево отказов опасного события

Задача (задание) 4: Применением логико-графического метода построить дерево отказов опасного события включающего вторичные и иницированные отказы

Задача (задание) 5: Выделить критерии и количественные характеристики надёжности технической системы

Задачи творческого уровня

Задача (задание) 1: Составить структурную схему резервирования технической системы

Задача (задание) 2: Разработать алгоритм расчёта надёжности технической системы

Задача (задание) 3: Разработать схему расчёта надёжности оборудования технической системы

Задача (задание) 4: Рассчитать вероятность безотказной работы технической системы

Задача (задание) 5: Рассчитать вероятность безотказной работы сложной системы

Задания для выполнения расчётно-графической работы

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.2., ПК-2.2)  
(комплект заданий)

Задача (задание) 1: Расчётно-графическая работа: "Составление структурной схемы резервирования"

Задача (задание) 2: Расчётно-графическая работа: "Расчет надежности системы вентиляции"

Задача (задание) 3: Расчётно-графическая работа: "Расчет надежности оборудования сварочного цеха"

Задача (задание) 4: Расчётно-графическая работа: "Расчет вероятности безотказной работы систем"

Задача (задание) 5: Расчётно-графическая работа: "Расчет вероятности безотказной работы сложных систем"

Групповые творческие задания

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.2., ПК-2.2)

Групповые задания:

№1 Исследование надёжности системы отопления

№2 Исследование надёжности системы вентиляции

№3 Исследование надёжности системы водоснабжения

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.2., ПК-2.2)

Раздел 1

1. Укажите комплексные показатели надежности

2. Какие показатели оценивают безотказность технической системы

3. Каким набором свойств характеризуется надежность технической системы

Раздел 2

1. Какое состояние технической системы будет определяться как его отказ

2. Какие показатели оценивают долговечность технической системы

3. Какие показатели оценивают ремонтпригодность технической системы

Раздел 3

1. Какие свойства надежности оценивает коэффициент готовности

2. Какие показатели необходимо знать, чтобы определить комплексный показатель надежности – коэффициент готовности

3. Какие параметры необходимо знать, чтобы определить значение плотности вероятности показателя надежности при нормальном законе его распределения

Раздел 4

1. Правовые основы анализа и управления риском технических систем

2. Экономические основы анализа и управления риском технических систем

3. Меры ответственности за нарушения законодательства в области управления риском технических систем

Контрольная работа

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.2., ПК-2.2)

Тема 1. "Основы теории риска"

Вариант 1

Задание 1. Какие основные объекты рассматривают в теории надёжности? Приведите примеры объектов.

Задание 2. Основные принципы управления риском.

Задание 3. Экономический аспект риска. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 4. Допустимый риск. Дать основные характеристики.

Задание 5. Метод первичных отказов - привести пример методики расчёта

Вариант 2

Задание 1. Определение надёжности. Чем характеризуется надёжность? Что понимают под вероятностью безотказной работы?

Задание 2. Индивидуальный риск. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 3. Значение надёжности в технике. Приведите практический пример.

Задание 4. Приемлемый риск. Дать основные характеристики.

Задание 5. Метод вторичных отказов - привести пример методики расчёта

Вариант 3

Задание 1. С помощью каких свойств, проявляющихся в эксплуатации, можно судить о том, насколько изделие оправдывает надежды изготовителя и потребителей?

Задание 2. Классификация отказов.

Задание 3. Социальный риск. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 4. Факторы производственной среды и их влияние на безопасность системы «человек – машина».

Тема2. "Основы теории расчета надежности технических систем расчета надежности технических систем"

Вариант 3:

Задание 1. С помощью каких свойств, проявляющихся в эксплуатации, можно судить о том, насколько изделие оправдывает надежды изготовителя и потребителей?

Задание 2. Классификация отказов.

Задание 3. Социальный риск. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 4. Факторы производственной среды и их влияние на безопасность системы «человек – машина».

Задание 5. Метод иницированных отказов - привести пример методики расчёта

Вариант №4:

Задание 1. Определение риска

Задание 2. Экологический риск. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 3. Этапы построения дерева отказов

Задание 4. Символы построения дерева отказов (И). Дать определения и примеры графического отображения.

Задание 5. Метод вторичных отказов - привести пример методики расчёта

Вариант №5:

Задание 1. Таксономия опасностей. Содержание понятия, пример.

Задание 2. Символы построения дерева отказов (ИЛИ). Дать определения и примеры графического отображения.

Задание 3. Источники и факторы индивидуального риска

Задание 4. Пороговый уровень опасности.

Задание 5. Метод иницированных отказов - привести пример методики расчёта

Тема3. " Мероприятия, методы и средства обеспечения надёжности и безопасности технических систем"

Вариант №6:

Задание 1. Классификация внешних воздействующих факторов

Задание 2. Природа и характеристика опасностей в техносфере. Источники опасности.

Задание 3. Таксономия опасностей.



Задание 4. Технический риск. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.  
Задание 5. Метод вторичных отказов - привести пример методики расчёта

Вариант № 7:

Задание 1. Определение риска

Задание 2. Индивидуальный риск. Методика (формула) расчёта

Задание 3. Энергоэнтропийная концепция опасностей.

Задание 4. Символы построения дерева отказов (ИЛИ). Дать определения и примеры графического отображения.

Задание 5. Метод первичных отказов - привести пример методики расчёта

Вариант №8:

Задание 1. Номенклатура опасностей.

Задание 2. Пороговый уровень опасности.

Задание 3. Факторы производственной среды и их влияние на безопасность системы «человек – машина».

Задание 4. Символы построения дерева отказов (И). Дать определения и примеры графического отображения.

Задание 5. Метод вторичных отказов - привести пример методики расчёта

Тема 4 "Правовые и экономические аспекты анализа риска и управления надёжностью технических систем"

Вариант 9:

Задание 1. Какие основные объекты рассматривают в теории надёжности? Приведите примеры объектов.

Задание 2. Основные принципы управления риском.

Задание 3. Экономический аспект риска. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 4. Допустимый риск. Дать основные характеристики.

Задание 5. Правовые аспекты анализа риска и управления надёжностью технических систем

Вариант №10

Задание 1. Социальный риск. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 2. Факторы производственной среды и их влияние на безопасность системы «человек – машина».

Задание 3. Экологический риск. Его основные параметры. Порядок (формула) расчёта.

Задание 4. Источники и факторы индивидуального риска

Задание 5. Нормативные документы определяющие меры ответственности за соблюдение норм обеспечения надёжности

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерный перечень вопросов:

1. Природа и характеристика опасностей в техносфере. Источники опасности.
2. Аксиомы о потенциальной опасности технических систем.
3. Таксономия опасностей.
4. Алгоритм развития опасности и ее реализации.
5. Энергоэнтропийная концепция опасностей.
6. Номенклатура опасностей.
7. Квантификация опасностей.
8. Идентификация опасностей.
9. Пороговый уровень опасности.
10. Показатели безопасности технических систем.
11. Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем
12. Классификация внешних воздействующих факторов.
13. Воздействие температуры.
14. Воздействие солнечной радиации.
15. Воздействие влажности.

16. Воздействие атмосферного давления.
17. Воздействие ветра и гололеда.
18. Воздействие примесей воздуха.
19. Воздействие биологических факторов.
20. Учёт и оценка старения материалов, как фактора воздействия на формирование отказов технических систем.
21. Учёт и оценка нагрузки, как фактора воздействия на формирование отказов технических систем.
22. Развитие риска на промышленных объектах. Понятие риска.
23. Понятия и порядок оценки рисков: индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риски.
24. Источники и факторы риска.
25. Условия возникновения и развития риска.
26. Основы методологии анализа и управления риском.
27. Анализ риска и место в обеспечении безопасности технических систем.
28. Нормативные значения риска. Допустимый риск.
29. Оценка риска: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем.
30. Управление риском: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем.
31. Общность и различие процедур оценки управления риском. Количественные показатели риска.
32. Сравнение рисков. Приемлемый риск.
33. Системно-динамический подход к оценке техногенного риска.
34. Факторы вероятности возникновения аварии. Опасности, связанные с аварией.
35. Аналитические методы моделирования риска: моделирование индивидуального риска
36. Аналитические методы моделирования риска: Моделирование социального риска
37. Алгоритм оценки риска методом статистического моделирования.
38. Технологии управления риском (ТУР, её организационные принципы и организационные признаки.
39. Основные понятия теории надежности: объект, элемент, система. Определение надежности.
40. Состояние объекта Переход объекта в различные состояния. Временные характеристики объекта.
41. Порядок определения показателей безотказности и ремонтпригодности.
42. Виды надежности. Характеристики отказов.
43. Виды отказов и причинные связи. Критерии и количественные характеристики надежности.
44. Критерии надежности не восстанавливаемых объектов. Критерии надежности восстанавливаемых объектов.
45. Теоретические законы распределения отказов. Случайное событие. Случайная величина.
46. Основные законы распределения, используемые в теории надежности. Закон распределения отказов при расчете надежности.
47. Виды резервирования. Способы структурного резервирования.
48. Порядок расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов.
49. Методика исследования надёжности технических систем
50. Инженерные методы исследования безопасности технических систем
51. Обеспечение надёжности и безопасности на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации технических систем
52. Техническая поддержка и обеспечение аварийной подготовленности и аварийного реагирования.
53. Технические системы безопасности.
54. Организация и проведение экспертизы технических систем
55. Классификация промышленных объектов по степени опасности. Декларация безопасности опасного промышленного объекта Система лицензирования.
56. Ответственность за нарушения законодательства и нанесённый ущерб. Учёт и расследование.

57. Принципы оценки экономического ущерба, возникшего в результате аварийной ситуации.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации размещены по адресу ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=8>)

Задание №1. «Логико-графические методы анализа надёжности риска».

Задание №2. «Оценка обеспечения безопасности и снижения риска технических систем»

Задание №3. «Расчет надежности элементов системы вентиляции»

Задание №4. «Расчет надежности элементов оборудования сварочного цеха»

Задание №5. «Расчет вероятности безотказной работы простых систем»

Задание №6. «Расчет вероятности безотказной работы сложных систем»

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п.7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п.7.2

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета (5 сем.) и экзамена (6 сем.).

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующее содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в письменной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 45 минут.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1	Белов С. В., Техногенные системы и экологический риск, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/451141">https://urait.ru/bcode/451141</a>
2	Белов П. Г., Управление рисками, системный анализ и моделирование в 2 т, Москва: Издательство Юрайт, 2015	<a href="https://urait.ru/bcode/383403">https://urait.ru/bcode/383403</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Асаул А. Н., Севек В. К., Манчык-Сат Ч. С., Севек Р. М., Управление затратами и контроллинг, Кызыл: Тувинский государственный университет, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/38595.html">http://www.iprbookshop.ru/38595.html</a>
2	Белов С. В., Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность), М.: Юрайт, 2015	50
3	Ефремов И. В., Рахимова Н. Н., Техногенные системы и экологический риск, Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/54166.html">http://www.iprbookshop.ru/54166.html</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека e-library	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru/">http://www.rsl.ru/</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Информационно-правовая база данных Кодекс	<a href="http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/">http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/</a>
Информационно-правовая система Консультант	\\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM
Информационно-правовая система Гарант	\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
--------------	---



Арбитр	Договор №17-09/04 от 13.03.2017 г. с АО "Специализированная инжиниринговая компания Севзапмонтажавтоматика". Лицензия до 14.03.2027
--------	--

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
13. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
13. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
13. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.