



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Управление надежностью технических систем

направление подготовки/специальность 15.04.03 Прикладная механика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Вычислительная механика
технических систем

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины «Надежность механических систем» - дать студентам представление о процессах формирования работоспособности машин в течение их жизненного цикла (ЖЦ) – стадиях проектирования, изготовления, эксплуатации. Эти знания необходимы для научного прогнозирования состояния машин и оборудования в процессе их старения и принятия оптимальных решений на всех стадиях ЖЦ, а также восстановления при ремонте.

Задачами освоения дисциплины являются обеспечение студентов необходимым объемом теоретических и практических навыков, которые позволят:

- иметь представление о надежности машин, ее влиянии на безопасность и эффективность работы машин;
- научить определять основные показатели надежности машин и оборудования на основе статистических данных;
- задавать номенклатуру показателей надежности;
- составлять структурные схемы оборудования, машин и узлов с целью определения их схемной надежности;
- проектировать элементы машин с заданным уровнем надежности;
- определять оптимальные сроки службы деталей на основе обработки экспериментальных данных в вероятностном и экономическом аспектах.

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-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;	ОПК-1.2 Определяет последовательность решения задач	знает Методы определения последовательности решения задач умеет Определять последовательность решения задач владеет Методами определения последовательности решения задач
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований;	ОПК-1.3 Формулирует критерии принятия решения	знает Критерии принятия решения умеет Формулировать критерии принятия решения владеет Методами формулирования критериев принятия решения

<p>ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики;</p>	<p>ОПК-10.1 Демонстрирует понимание алгоритма разработки физико-механических и (или), математических и (или) компьютерные модели</p>	<p>знает алгоритмы разработки физико-механических и (или), математических и (или) компьютерные модели умеет Демонстрировать понимание алгоритма разработки физико-механических и (или), математических и (или) компьютерные модели владеет Демонстрацией понимания алгоритма разработки физико-механических и (или), математических и (или) компьютерные модели</p>
<p>ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики;</p>	<p>ОПК-10.2 Осуществляет классификацию научно-технических задач в области прикладной механики</p>	<p>знает классификацию научно-технических задач в области прикладной механики умеет Осуществлять классификацию научно-технических задач в области прикладной механики владеет Осуществлением классификации научно-технических задач в области прикладной механики</p>
<p>ОПК-10 Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики;</p>	<p>ОПК-10.3 Осуществляет разработку физико-механическую и (или), математическую и (или) компьютерную модель при решении научно-технической задачи в области прикладной механики</p>	<p>знает физико-механическую и (или), математическую и (или) компьютерную модель при решении научно-технической задачи в области прикладной механики умеет Осуществлять разработку физико-механическую и (или), математическую и (или) компьютерную модель при решении научно-технической задачи в области прикладной механики</p>
<p>ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий;</p>	<p>ОПК-11.1 Демонстрирует понимание мировых тенденций в области прикладной механики</p>	<p>знает мировые тенденции в области прикладной механики умеет Демонстрировать понимание мировых тенденций в области прикладной механики владеет Демонстрацией понимания мировых тенденций в области прикладной механики</p>

<p>ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий;</p>	<p>ОПК-11.2 Проводит оценку направлений исследований области прикладной механики</p>	<p>знает направления исследований области прикладной механики умеет Проводить оценку направлений исследований области прикладной механики владеет Проведением оценки направлений исследований области прикладной механики</p>
<p>ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий;</p>	<p>ОПК-11.3 Подготавливает проект плана перспективных исследований в области прикладной механики</p>	<p>знает Подготовку проекта плана перспективных исследований в области прикладной механики умеет Подготавливать проект плана перспективных исследований в области прикладной механики владеет Подготовкой проекта плана перспективных исследований в области прикладной механики</p>
<p>ОПК-12 Способен создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации.</p>	<p>ОПК-12.1 Разрабатывает алгоритм цифровой обработки баз данных</p>	<p>знает алгоритм цифровой обработки баз данных умеет Разрабатывать алгоритм цифровой обработки баз данных владеет Разработкой алгоритма цифровой обработки баз данных</p>

<p>ОПК-12 Способен создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации.</p>	<p>ОПК-12.2 Осуществляет выбор программного продукта для обработки баз данных</p>	<p>знает Процедуру выбора программного продукта для обработки баз данных умеет Осуществлять выбор программного продукта для обработки баз данных владеет Осуществлением выбора программного продукта для обработки баз данных</p>
<p>ОПК-12 Способен создавать алгоритмы цифровой обработки баз данных результатов испытаний и эксплуатации сложных деталей и узлов в машиностроении, разрабатывать современные цифровые программы расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации.</p>	<p>ОПК-12.3 Демонстрирует применение цифровых программ при расчетах и проектировании детали и (или), узла и (или), конструкции и (или), машины и (или) материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации</p>	<p>знает Методы применения цифровых программ при расчетах и проектировании детали и (или), узла и (или), конструкции и (или), машины и (или) материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации умеет Демонстрировать применение цифровых программ при расчетах и проектировании детали и (или), узла и (или), конструкции и (или), машины и (или) материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации владеет Демонстрацией применения цифровых программ при расчетах и проектировании детали и (или), узла и (или), конструкции и (или), машины и (или) материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации</p>
<p>ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности;</p>	<p>ОПК-2.4 Подготавливает проект экспертного заключения</p>	<p>знает Состав проекта экспертного заключения умеет Составлять проект экспертного заключения владеет Составлением проекта экспертного заключения</p>

<p>ОПК-4 Способен разрабатывать методические и нормативные документы, в том числе проекты стандартов и сертификатов с учетом действующих стандартов качества, обеспечивать их внедрение на производстве;</p>	<p>ОПК-4.2 Формулирует актуальные задачи регулирования качества выпускаемой продукции</p>	<p>знает Формулировку актуальных задач регулирования качества выпускаемой продукции умеет Формулировать актуальные задачи регулирования качества выпускаемой продукции владеет Формулировкой актуальных задач регулирования качества выпускаемой продукции</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.1 Определяет необходимый комплекс аппаратных и программных средств работы с цифровой моделью, назначает исполнителей, осуществляющих ее реализацию</p>	<p>знает необходимый комплекс аппаратных и программных средств работы с цифровой моделью, назначает исполнителей, осуществляющих ее реализацию умеет Определять необходимый комплекс аппаратных и программных средств работы с цифровой моделью, назначает исполнителей, осуществляющих ее реализацию владеет Методами определения необходимого комплекса аппаратных и программных средств работы с цифровой моделью, назначает исполнителей, осуществляющих ее реализацию</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.2 Организует процесс разработки цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов на стадиях жизненного цикла, установленных в техническом задании</p>	<p>знает процесс разработки цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов на стадиях жизненного цикла, установленных в техническом задании умеет Организовывать процесс разработки цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов на стадиях жизненного цикла, установленных в техническом задании владеет Методами организации процесса разработки цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов на стадиях жизненного цикла, установленных в техническом задании</p>

<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.3 Проводит процедуры согласования цифровой модели с другими разделами проекта в соответствии с техническим заданием</p>	<p>знает процедуры согласования цифровой модели с другими разделами проекта в соответствии с техническим заданием</p> <p>умеет Проводить процедуры согласования цифровой модели с другими разделами проекта в соответствии с техническим заданием</p> <p>владеет Методами проведения процедуры согласования цифровой модели с другими разделами проекта в соответствии с техническим заданием</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.4 Проводит оценку соответствия цифровой модели на соблюдение утвержденных проектных решений</p>	<p>знает Процедуру проведения оценки соответствия цифровой модели на соблюдение утвержденных проектных решений</p> <p>умеет Проводить оценку соответствия цифровой модели на соблюдение утвержденных проектных решений</p> <p>владеет Процедурой проведения оценки соответствия цифровой модели на соблюдение утвержденных проектных решений</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен управлять и осуществлять контроль за разработкой цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.5 Передает руководителю проекта или заказчику разработанную и согласованную цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов в формате, указанном в техническом задании</p>	<p>знает Процедуру передачи руководителю проекта или заказчику разработанную и согласованную цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов в формате, указанном в техническом задании</p> <p>умеет Передавать руководителю проекта или заказчику разработанную и согласованную цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов в формате, указанном в техническом задании</p> <p>владеет Процедурой передачи руководителю проекта или заказчику разработанную и согласованную цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) её компонентов в формате, указанном в техническом задании</p>

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.08 основной профессиональной образовательной программы 15.04.03 Прикладная механика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Инновационное развитие наземных транспортно-технологических машин	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2	Патентование и сертификация наземных транспортно-технологических машин	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

Для изучения дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- физические основы взаимодействия элементов механических систем;
- физические и химические свойства элементов машин, их динамику во времени;
- математическую статистику и теорию вероятностей;
- экономические основы эффективности использования машин.

уметь:

- логически и последовательно излагать факты;
- объяснять причинно-следственные связи, используя общие и специальные понятия и термины;

термины;

владеть:

- навыками работы с учебной литературой и электронными базами данных;
- навыками применения пакетов прикладных программ математической статистики и теории вероятностей.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-4.5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-8.3, ОПК-8.4, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

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
			2
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	8	32
Иная контактная работа, в том числе:	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	103,75		103,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	180		180
зачетные единицы:	5		5

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. 1. Основные понятия теории надежности										
1.1.	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике	2	1		4	2		12	17	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	

1.2.	Показатели надежности машин и методы их расчета	2	1		4	2			16	21	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4
1.3.	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования	2	2		6	2			16	24	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4

2.	2 раздел. 2. Основные принципы создания надежных машин										
2.1.	Физика отказов машин	2	2	4	2				16	22	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4

2.2.	Структурная надежность	2	2		4				16	22	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4
2.3.	Повышение надежности машин и оборудования. Испытания на надежность	2	4		2				6	12	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4

3.	3 раздел. 3. Основные принципы обеспечения надежности машин эксплуатации										
3.1.	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования	2	2	4				9,75	15,75		ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4

3.2.	Оптимальные сроки эксплуатации машин	2	1		2				6	9	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4
3.3.	Определение потребности в запасных частях	2	1		2				6	9	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4

5.1.	Экзамен	2									ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ОПК-2.4
------	---------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике Определение теории надежности как науки и ее роль в технике; основная терминология стадии жизненного цикла машины – маркетинг, проектирование, изготовление, эксплуатация, утилизация; понятие о научном прогнозировании состояния машин и оборудования; факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования; нормативные документы по надежности; предельные состояния, определяющие утрату работоспособности машин; физическая надежность машин и оборудования.
2	Показатели надежности машин и методы их расчета	Показатели надежности машин и методы их расчета Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий; назначение номенклатуры показателей надежности в зависимости от вида изделия, режима работы, продолжительности периода эксплуатации, доминирующего фактора при отказе; методика определения показателей надежности на стадии проектирования; экономические показатели надежности; взаимосвязь надежности с затратами на проектирование, изготовление и эксплуатацию; экономическая эффективность повышения надежности машин; оптимизация показателей надежности по приведенным суммарным затратам; аналитическое определение оптимального срока службы конструктивных элементов машины.

3	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования Пределные состояния, определяющие утрату работоспособности машин; физическая надежность машин и оборудования. нагрузки в машинах - случайные величины законы распределения случайных величин; плотность распределения и функции распределения нагрузки; качество детали - случайная величина.
4	Физика отказов машин	Физика отказов машин Цель изучения физики отказов; природа усталостных разрушений; трение, виды, связь с износом; смазка, смазочные пленки, жидкостное трение, твердые смазки; зависимость трения и износа от режима работы машины и узла; износ материалов, явления на поверхности при износе; виды повреждений и изнашивание поверхностей; основные закономерности изнашивания; типичные значения интенсивности износа; измерение износа; перспективы внедрения достижений нанотехнологии.
5	Структурная надежность	Структурная надежность Структурно-логический анализ технических систем. Расчеты структурной надежности систем; системы с последовательным соединением элементов; системы с параллельным соединением элементов; системы типа "m из n"; мостиковые системы; комбинированные системы
6	Повышение надежности машин и оборудования. Испытания на надежность	Повышение надежности машин и оборудования, испытания на надежность Общие методы повышения безотказности; повышение безотказности узлов и элементов; повышение стабильности технологических процессов; защита от случайных перегрузок, обкатка машин. Общие методы повышения долговечности; повышение ресурса детали по усталостной прочности; износ сопряжений; классификация сопряжений; теория жесткого изнашивания
7	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования Динамика показателей надежности в эксплуатации. Классификация факторов внешней среды; влияние квалификации машиниста и обслуживающего персонала на надежность.
8	Оптимальные сроки эксплуатации машин	Оптимальные сроки эксплуатации машин Экономические, технические, технико-экономические критерии определения срока службы. Влияние качества изготовления машин и технической эксплуатации на срок службы; влияние капитального ремонта на срок службы. Прогнозирование остаточного ресурса
9	Определение потребности в запасных частях	Определение потребности в запасных частях

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике; основная терминология стадии жизненного цикла машины – маркетинг, проектирование, изготовление, эксплуатация, утилизация; понятие о научном прогнозировании состояния машин и оборудования; факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования;

		нормативные документы по надежности; предельные состояния, определяющие утрату работоспособности машин; физическая надежность машин и оборудования.
2	Показатели надежности машин и методы их расчета	Показатели надежности машин и методы их расчета Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий; назначение номенклатуры показателей надежности в зависимости от вида изделия, режима работы, продолжительности периода эксплуатации, доминирующего фактора при отказе; методика определения показателей надежности на стадии проектирования; экономические показатели надежности; взаимосвязь надежности с затратами на проектирование, изготовление и эксплуатацию; экономическая эффективность повышения надежности машин; оптимизация показателей надежности по приведенным суммарным затратам; аналитическое определение оптимального срока службы конструктивных элементов машины.
3	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования Предельные состояния, определяющие утрату работоспособности машин; физическая надежность машин и оборудования. нагрузки в машинах - случайные величины законы распределения случайных величин; плотность распределения и функции распределения нагрузки; качество детали - случайная величина.
4	Физика отказов машин	Физика отказов машин Цель изучения физики отказов; природа усталостных разрушений; трение, виды, связь с износом; смазка, смазочные пленки, жидкостное трение, твердые смазки; зависимость трения и износа от режима работы машины и узла; износ материалов, явления на поверхности при износе; виды повреждений и изнашивание поверхностей; основные закономерности изнашивания; типичные значения интенсивности износа; измерение износа; перспективы внедрения достижений нанотехнологии.
5	Структурная надежность	Структурная надежность Структурно-логический анализ технических систем. Расчеты структурной надежности систем; системы с последовательным соединением элементов; системы с параллельным соединением элементов; системы типа "m из n"; мостиковые системы; комбинированные системы
6	Повышение надежности машин и оборудования. Испытания на надежность	Повышение надежности машин и оборудования, испытания на надежность Общие методы повышения безотказности; повышение безотказности узлов и элементов; повышение стабильности технологических процессов; защита от случайных перегрузок, обкатка машин. Общие методы повышения долговечности; повышение ресурса детали по усталостной прочности; износ сопряжений; классификация сопряжений; теория жесткого изнашивания
7	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования Динамика показателей надежности в эксплуатации. Классификация факторов внешней среды; влияние квалификации машиниста и обслуживающего персонала на надежность.
8	Оптимальные сроки эксплуатации машин	Оптимальные сроки эксплуатации машин
9	Определение потребности в	Определение потребности в запасных частях

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике Определение теории надежности как науки и ее роль в технике; основная терминология стадии жизненного цикла машины – маркетинг, проектирование, изготовление, эксплуатация, утилизация; понятие о научном прогнозировании состояния машин и оборудования; факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования; нормативные документы по надежности; предельные состояния, определяющие утрату работоспособности машин; физическая надежность машин и оборудования.
2	Показатели надежности машин и методы их расчета	Показатели надежности машин и методы их расчета Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий; назначение номенклатуры показателей надежности в зависимости от вида изделия, режима работы, продолжительности периода эксплуатации, доминирующего фактора при отказе; методика определения показателей надежности на стадии проектирования; экономические показатели надежности; взаимосвязь надежности с затратами на проектирование, изготовление и эксплуатацию; экономическая эффективность повышения надежности машин; оптимизация показателей надежности по приведенным суммарным затратам; аналитическое определение оптимального срока службы конструктивных элементов машины.
3	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования Предельные состояния, определяющие утрату работоспособности машин; физическая надежность машин и оборудования. нагрузки в машинах - случайные величины законы распределения случайных величин; плотность распределения и функции распределения нагрузки; качество детали - случайная величина.
4	Физика отказов машин	Физика отказов машин Цель изучения физики отказов; природа усталостных разрушений; трение, виды, связь с износом; смазка, смазочные пленки, жидкостное трение, твердые смазки; зависимость трения и износа от режима работы машины и узла; износ материалов, явления на поверхности при износе; виды повреждений и изнашивание поверхностей; основные закономерности изнашивания; типичные значения интенсивности износа; измерение износа; перспективы внедрения достижений нанотехнологии.
5	Структурная надежность	Структурная надежность Структурно-логический анализ технических систем. Расчеты структурной надежности систем; системы с последовательным соединением элементов; системы с параллельным соединением элементов; системы типа “m из n”; мостиковые системы; комбинированные системы
6	Повышение надежности машин и оборудования. Испытания на надежность	Повышение надежности машин и оборудования, испытания на надежность Общие методы повышения безотказности; повышение безотказности узлов и элементов; повышение стабильности технологических процессов; защита от случайных перегрузок, обкатка машин. Общие

		методы повышения долговечности; повышение ресурса детали по усталостной прочности; износ сопряжений; классификация сопряжений; теория жесткого изнашивания
7	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования Динамика показателей надежности в эксплуатации. Классификация факторов внешней среды; влияние квалификации машиниста и обслуживающего персонала на надежность.
8	Оптимальные сроки эксплуатации машин	Оптимальные сроки эксплуатации машин Экономические, технические, технико-экономические критерии определения срока службы. Влияние качества изготовления машин и технической эксплуатации на срок службы; влияние капитального ремонта на срок службы. Прогнозирование остаточного ресурса
9	Определение потребности в запасных частях	Определение потребности в запасных частях

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

Методические указания обучающимся по выполнению самостоятельной работы изложены в учебном пособии: Репин С. В., Чмиль В. П., Зыбкин А. В., Расчетные модели обеспечения работоспособности и эффективности транспортно-технологических машин в эксплуатации, СПб., 2015. (Материалы на moodle СПбГАСУ: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1976>)

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	Определение теории надежности как науки и ее роль в технике	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос
2	Показатели надежности машин и методы их расчета	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос. Проверка заданий
3	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос. Проверка заданий
4	Физика отказов машин	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос
5	Структурная надежность	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос
6	Повышение надежности машин и оборудования. Испытания на надежность	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-	Устный опрос

		1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	
7	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос
8	Оптимальные сроки эксплуатации машин	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос, проверка заданий
9	Определение потребности в запасных частях	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос
10	Курсовая работа	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ОПК-2.4	Устный опрос
11	Экзамен	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ОПК-2.4	Устный опрос, проверка заданий

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

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК(Ц)-1.1. ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3. ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-4.2, ОПК-2.4, ОПК-1.2, ОПК-1.3

Материалы на moodle СПбГАСУ: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1976>.

Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Определение теории надежности как науки и ее роль в технике.
2. Стадии жизненного цикла машины.
3. Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования.
4. Нормативные документы по надежности.
5. Характеристика предельных состояния машин.
6. Показатели надежности машин.
7. Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий.
8. Экономические показатели надежности.
9. Методы определения оптимального срока службы конструктивных элементов машины.

10. Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования.
11. Законы распределения случайных величин.
12. Классификация отказов.
13. Виды разрушений узлов машин.
14. Трение, смазка, смазочные пленки, жидкостное трение, твердые смазки.
15. Зависимость трения и износа от режима работы машины и узла.
16. Износ материалов, явления на поверхности при износе.
17. Виды повреждений и изнашивание поверхностей.
18. Основные закономерности изнашивания.
19. Измерение износа.
20. Перспективы внедрения достижений нанотехнологии.
21. Основные положения теории структурной надежности.
22. Структурно-логический анализ технических систем.
23. Расчет структурной надежности системы с последовательным соединением элементов.
24. Расчет структурной надежности системы с параллельным соединением элементов.
25. Общие методы повышения безотказности.
26. Методы защиты от случайных перегрузок.
27. Общие методы повышения долговечности.
28. Сущность явления структурной приспособляемости;
29. Обеспечения заданных показателей надежности на этапе проектирования.
30. Влияние среды на работоспособность машин и оборудования.
31. Динамика показателей надежности в эксплуатации.
32. Влияние квалификации машиниста и обслуживающего персонала на надежность.
33. Общие положения испытания на надежность.
34. Сущность технической диагностики машин и оборудования.
35. Виды программ испытаний на надежность
36. Методы сбора и обработки информации о надежности.
37. Понятие оптимального срока эксплуатации машин.
38. Критерии определения срока службы;
39. Влияние качества изготовления машин и технической эксплуатации на срок службы.
40. Влияние капитального ремонта на срок службы.
41. Прогнозирование остаточного ресурса.
42. Классификация методов определения периодичности замен элементов машин.
43. Методы определения оптимальной периодичности замены запчастей.
44. Методы определения оптимальных запасов.

Возможны следующие темы для студентов, пожелавших углубленно изучать дисциплину:

1. Расчет показателей надежности и эффективности по эксплуатационной информации для различных типов машин.
2. Расчет сроков службы машин на основании анализа динамики показателей надежности и эффективности по времени.
3. Оптимизации парка машин по экономическим параметрам.
4. Оптимизации парка машин по надежности параметрам.
5. Оптимизации парка машин по техническим параметрам.
6. Оценка целесообразности покупки машин со сроком эксплуатации.
7. Оценка целесообразности проведения капитального ремонта машин.
8. Оптимизация мощности ремонтной службы на основе теории массового обслуживания.
9. Анализ структурной надежности заданной машины.
10. Оптимизация страхового резервирования машин.

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

<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

Понятие надежности и эффективности ПС как науки и ее роль в технике

Основные определения по надежности и эффективности ПС

Стадии жизненного цикла машины – маркетинг, проектирование, изготовление, эксплуатация, утилизация

Понятие о научном прогнозировании состояния машин и оборудования

Факторы, влияющие на изменение свойств ПС

Нормативные документы по надежности ПС.

Показатели надежности и эффективности сложных технических объектов

Назначение и номенклатура показателей надежности и эффективности ПС в зависимости от режима работы, продолжительности периода эксплуатации

Методы определения показателей надежности на стадии проектирования

Экономические показатели надежности и эффективности

Взаимосвязь надежности и эффективности ПС с затратами на проектирование, изготовление и эксплуатацию.

Факторы, влияющие на изменение надежности и эффективности ПС

Предельные состояния, определяющие утрату эффективности ПС

Классификация внешних факторов, влияющих на изменение надежности и эффективности

ПС

Методы правления техническим состоянием ПС.

Влияние возраста ПС на надежность показатели

Влияние возраста ПС на технико-экономические показатели

Динамика показателей для различных вариантов эксплуатации машин

Влияние капитальных ремонтов на работоспособность ПС

Влияние ущерба от простоев ПС на эффективность

Общие методы повышения эффективности ПС

Структурно-логический анализ ПС как сложных технических систем

Структурный анализ системы обеспечения работоспособности ПС

Имитационное моделирование эффективности ПС

Методы повышения стабильности технологических процессов

Динамика показателей надежности в эксплуатации

Модели влияния квалификации обслуживающего персонала на надежность

Понятия e и модель «оптимальной» надежности ПС.

Основные положения маржинального анализа ПС

Модель влияния наработки ПС на эффективность

Модель влияния условно-постоянных затрат на эффективность

Модель влияния переменных затрат на эффективность

Модель формирования отпускной цены на продукцию.

Понятие оптимальных сроки эксплуатации ПС

Экономические, технические, технико-экономические критерии определения срока службы

Модель влияния качества изготовления элементов ПС и технической эксплуатации на срок службы

Влияние капитального ремонта на срок службы ПС

Методы прогнозирования остаточного ресурса элементов ПС.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Расчет показателей надежности и эффективности по эксплуатационной информации.
2. Расчет динамики показателей надежности и эффективности по времени.
3. Расчет сроков службы машин.
4. Решение задачи оптимизации парка машин.

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. 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка
--	---------------------------

	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	<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 «продвинутый». 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<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>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>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
<u>Основная литература</u>		
1	Шишмарёв В. Ю., Надежность технических систем, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/515263
2	Иванов О. М., Теория решения изобретательских задач, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017	http://www.iprbookshop.ru/102684.html
3	Зызыкин А. В., Репин С. В., Чмиль В. П., Расчетные модели обеспечения работоспособности и эффективности транспортно-технологических машин в эксплуатации, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015	http://www.iprbookshop.ru/49974.html
<u>Дополнительная литература</u>		

1	Тимошенко С. П., Симонов Б. М., Горошко В. Н., Надежность технических систем и техногенный риск, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/511354
2	Александровская Л. Н., Аронов И. З., Круглов В. И., Безопасность и надежность технических систем, Москва: Логос, 2008	http://www.iprbookshop.ru/9055.html

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
ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения.	https://go.mail.ru/redirect?type=sr&redirect=eJzLKCKpsNLXT8IPLtZLzitJ0SsqBXFKc1PzSvQNjQwMDI3NTAwTGRgMzQwtTUxNjExMGCY5CBbZqM9buOVxaB_P-9kfAOoZFqU&src=139fe84&via_page=1&user_type=19&oqid=2165e8e60607df77
ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности	https://go.mail.ru/redirect?type=sr&redirect=eJzLKCKpKLbS16_KS6wsyS9LLNIrKtVPzy8u0TfSd_cPDok3MjcwMLY0iPdLTEmtysgDysSXxZekVuTpZZTk5jAwGJoZWpqYmhibWDI8_Hk6VGr-uZM_G-4cCs9g3ggA5vwigQ&src=5e8f4a4&via_page=1&user_type=19&oqid=216603630097b664
ГОСТ Р 27.607-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов	https://go.mail.ru/redirect?type=sr&redirect=eJzLKCKpKLbS10_MyUnPLy4p1isq1Tcy1DcwMtAH8eOL4o3M9cwMzHWNDAYNGRgMzQwtTUxNTEzNGZ66319t-2f665kn-vWTDq3ZDgB44hoD&src=1709e62&via_page=1&user_type=19&oqid=21661e20bc47f091

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Периодические издания СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/
Журналы издательства Sage. В настоящее время доступны статьи из 320 журналов по 36 предметным рубрикам: гуманитарные и общественные науки, информатика, инженерные дисциплины, экономика, здоровье и образование.	www.sagepublications.com

Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Аналитический портал по экономическим дисциплинам	www.economicus.ru
Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права.	http://docs.cntd.ru
Бест-строй. Строительный портал. Нормативные и рекомендательные документы по строительству	http://best-stroy.ru/gost/
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehlit.ru/
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www2.viniti.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Информационно-правовая база данных Кодекс	http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/
Информационно-правовая система Консультант	\\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM
Информационно-правовая система Гарант	\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient
Интернет-тренажеры в сфере образования	http://www.i-exam.ru

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)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
LibreOffice	Свободно распространяемое

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

32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. 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
32. 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. ПО Microsoft Windows 10

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