



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)**

Надежность технических систем

направление подготовки/специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Подъемно-транспортные,  
строительные, дорожные средства и оборудование

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

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

Цель освоения дисциплины «Надежность технических 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.

Задачей освоения дисциплины является 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
ПК-1 Способен организовывать работы по технической эксплуатации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	ПК-1.5 Проводит комплексную оценку эффективности работ по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	<b>знает</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– физические основы взаимодействия элементов механических систем;</li><li>– физические и химические свойства элементов машин, их динамику во времени;</li><li>– математическую статистику и теорию вероятностей;</li><li>– экономические основы эффективности использования машин.</li></ul> <b>умеет</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– логически и последовательно излагать факты;</li><li>– объяснять причинно-следственные связи, используя общие и специальные понятия и термины;</li></ul> <b>владеет</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками работы с учебной литературой и электронными базами данных;</li><li>– навыками применения пакетов прикладных программ математической статистики и теории вероятностей.</li></ul>

ПК-1 Способен организовывать работы по технической эксплуатации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	ПК-1.6 Осуществляет разработку плана корректирующих мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	<b>знает</b> Методы разработки плана корректирующих мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования <b>умеет</b> Осуществлять разработку плана корректирующих мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования <b>владеет</b> Методами разработки плана корректирующих мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3 Осуществляет декомпозицию проблемной ситуации как системы	<b>знает</b> Методы проведения декомпозиции проблемной ситуации как системы <b>умеет</b> Осуществлять декомпозицию проблемной ситуации как системы <b>владеет</b> Методами декомпозиции проблемной ситуации как системы

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.09 основной профессиональной образовательной программы 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Теория упругости	ПК-2.2, ПК-2.3
2	Проектный менеджмент	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5
3	Безопасность жизнедеятельности	УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4
4	Диагностика, инструментальный контроль и экспертиза наземных транспортно-технологических машин	ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-2.3
5	Моделирование рабочих процессов	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.4
6	Строительная механика и металлические конструкции наземных транспортно-технологических машин	ОПК-1.6, ПК-4.2
7	Детали машин и основы конструирования	УК-1.4, ОПК-1.4, ПК-2.1, ПК-4.2
8	Программные системы инженерного анализа	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6
9	Экология	ОПК-1.1, УК-8.1
10	Высшая математика	УК-1.5, УК-1.6

11	Сопротивление материалов	ОПК-1.6, ПК-4.2
12	Теория механизмов и машин	УК-1.4, ОПК-1.4, ПК-2.1, ПК-4.1
13	Технология конструкционных материалов	ОПК-1.4, ОПК-4.2
14	Электротехника, электроника и электропривод	ОПК-1.2, ПК-3.2
15	Материаловедение	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-4.1
16	Метрология, стандартизация и сертификация	ПК-2.1, ПК-2.3, ОПК-4.4
17	Основы триботехники	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ПК-2.4
18	Теоретическая механика	ОПК-1.6, ПК-4.2
19	Эксплуатационные материалы	ОПК-1.5, ПК-1.4
20	История развития автотракторной техники	УК-5.1, ПК-4.1
21	Инженерная графика	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

Обучающиеся, приступающие к изучению дисциплины, 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;

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	Испытания подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования	УК-1.3, УК-3.1, ОПК-3.1, ОПК-4.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4
2	Обеспечение эффективности подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования в эксплуатации	ПК-1.5, ПК-1.6
3	Основы научных исследований	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-4.5, ОПК-6.4
4	Теория устойчивости механических систем	ПК-2.2, ПК-2.3
5	Безопасность подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования	УК-1.6, УК-9.1, ПК-2.4, ПК-3.2

**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
			8
<b>Контактная работа</b>	48		48
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Практические занятия (Пр)	16	0	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>			
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			
<b>Часы на контроль</b>	4		4
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	56		56
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	108		108
<b>зачетные единицы:</b>	3		3



4.1.	Зачет	8							4	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6
------	-------	---	--	--	--	--	--	--	---	------------------------------

### 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 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	Повышение надежности машин и оборудования, испытания на надежность Общие методы повышения безотказности; повышение безотказности

	надежность	узлов и элементов; повышение стабильности технологических процессов; защита от случайных перегрузок, обкат-ка 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
2	Показатели надежности машин и методы их расчета	Показатели надежности машин и методы их расчета Показатели надежности невозстанавливаемых 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, обкат-ка 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 запасных частях	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	<p>Физика отказов машин</p> <p>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.</p>
5	Структурная надежность	<p>Структурная надежность</p> <p>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</p>
6	Повышение надежности машин и оборудования. Испытания на надежность	<p>Повышение надежности машин и оборудования, испытания на надежность</p> <p>Общие методы повышения безотказности; повышение безотказности узлов и элементов; повышение стабильности технологических процессов; защита от случайных перегрузок, обкат-ка машин. Общие методы повышения долговечности; повышение ресурса детали по усталостной прочности; износ сопряжений; классификация сопряжений; теория жесткого изнашивания</p>
7	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования	<p>Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования</p> <p>Динамика показателей надежности в эксплуатации. Классификация факторов внешней среды; влияние квалификации машиниста и обслуживающего персонала на надежность.</p>
8	Оптимальные сроки эксплуатации машин	<p>Оптимальные сроки эксплуатации машин</p> <p>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</p>
9	Определение потребности в запасных частях	<p>Определение потребности в запасных частях</p>

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

Методические указания обучающимся по выполнению самостоятельной работы изложены в учебном пособии: Репин С. В., Чмилёв В. П., Зазыкин А. В., Расчетные модели обеспечения работоспособности и эффективности транспортно-технологических машин в эксплуатации, СПб., 2015. (Материалы на СДО moodle СПбГАСУ / Кафедры / Наземных транспортно-технологических машин / НТТМ- Весенний семестр / Надежность технических систем (<https://moodle.spbgasu.ru/enrol/index.php?id=2120>)).

## 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	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
2	Показатели надежности машин и методы их расчета	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос. Проверка заданий
3	Факторы, влияющие на изменение свойств машин и оборудования	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос. Проверка заданий
4	Физика отказов машин	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
5	Структурная надежность	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
6	Повышение надежности машин и оборудования. Испытания на надежность	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
7	Влияние среды и других факторов на работоспособность машин и оборудования	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
8	Оптимальные сроки эксплуатации машин	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос, проверка заданий
9	Определение потребности в запасных частях	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	Устный опрос
10	Зачет	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6	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 УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6.

Материалы на СДО moodle СПбГАСУ / Кафедры / Наземных транспортно-технологических машин / НТТМ- Весенний семестр / Надежность технических систем (<https://moodle.spbgasu.ru/enrol/index.php?id=2120>).

Примерные 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: - 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> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - 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; - безупречно 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>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - 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> <p>навыки: - 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>

<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

Примерные 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

Пределные 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  $\epsilon$  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 сроков 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. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания:

Оценка «зачтено»

- 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;

- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «не зачтено»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

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	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	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.	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>	<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>

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
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	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	<a href="http://www.iprbookshop.ru/49974.html">http://www.iprbookshop.ru/49974.html</a>
2	Иванов О. М., Теория решения изобретательских задач, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/102684.html">http://www.iprbookshop.ru/102684.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Александровская Л. Н., Аронов И. З., Круглов В. И., Безопасность и надежность технических систем, Москва: Логос, 2008	<a href="http://www.iprbookshop.ru/9055.html">http://www.iprbookshop.ru/9055.html</a>

2	Шишмарёв В. Ю., Надежность технических систем, Москва: Юрайт, 2022	<a href="https://urait.ru/bcode/493101">https://urait.ru/bcode/493101</a>
3	Репин С. В., Евтюков С. С., Зызыкин А. В., Надежность и эффективность транспортно-технологических машин, СПб.: Петрополис, 2016	7

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.	<a href="https://go.mail.ru/redirect?type=sr&amp;redirect=eJzLKCkpsNLXT8IPLtZLzitJ0SsqBXFkc1PzSvQNjQwMDI3NTAwTGRgMzQwtTUxNjExMGCY5CBbZqM9buOVxaB_P-9kfAOoZFqU&amp;src=139fe84&amp;via_page=1&amp;user_type=19&amp;oqid=2165e8e60607df77">https://go.mail.ru/redirect?type=sr&amp;redirect=eJzLKCkpsNLXT8IPLtZLzitJ0SsqBXFkc1PzSvQNjQwMDI3NTAwTGRgMzQwtTUxNjExMGCY5CBbZqM9buOVxaB_P-9kfAOoZFqU&amp;src=139fe84&amp;via_page=1&amp;user_type=19&amp;oqid=2165e8e60607df77</a>
ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности	<a href="https://go.mail.ru/redirect?type=sr&amp;redirect=eJzLKCkpKLbS16_KS6wsyS9LLNirKtVPzy8u0TfSd_cPDok3MjcwMLY0iPdLTEmtysgDysSXxZekVuTpZZTk5jAwGJoZWpqYmhibWDI8_Hk6VGr-uZM_G-4cCs9g3ggA5vwigQ&amp;src=5e8f4a4&amp;via_page=1&amp;user_type=19&amp;oqid=216603630097b664">https://go.mail.ru/redirect?type=sr&amp;redirect=eJzLKCkpKLbS16_KS6wsyS9LLNirKtVPzy8u0TfSd_cPDok3MjcwMLY0iPdLTEmtysgDysSXxZekVuTpZZTk5jAwGJoZWpqYmhibWDI8_Hk6VGr-uZM_G-4cCs9g3ggA5vwigQ&amp;src=5e8f4a4&amp;via_page=1&amp;user_type=19&amp;oqid=216603630097b664</a>
ГОСТ Р 27.607-2013. Надежность в технике. Управление надежностью. Условия проведения испытаний на безотказность и статистические критерии и методы оценки их результатов	<a href="https://go.mail.ru/redirect?type=sr&amp;redirect=eJzLKCkpKLbS10_MyUnPLY4p1isq1Tcy1DcwMtAH8eOL4o3M9cwMzHWNDAYNGRgMzQwtTUxNTEzNGZ66319t-2f665kn-vWTDq3ZDgB44hoD&amp;src=1709e62&amp;via_page=1&amp;user_type=19&amp;oqid=21661e20bc47f091">https://go.mail.ru/redirect?type=sr&amp;redirect=eJzLKCkpKLbS10_MyUnPLY4p1isq1Tcy1DcwMtAH8eOL4o3M9cwMzHWNDAYNGRgMzQwtTUxNTEzNGZ66319t-2f665kn-vWTDq3ZDgB44hoD&amp;src=1709e62&amp;via_page=1&amp;user_type=19&amp;oqid=21661e20bc47f091</a>

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

Наименование	Электронный адрес ресурса
Интернет-тренажеры в сфере образования	<a href="http://www.i-exam.ru">http://www.i-exam.ru</a>
Информационно-правовая система Гарант	<a href="http://law.lan.spbgasu.ru/GarantClient">\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient</a>
Информационно-правовая система Консультант	<a href="http://law.lan.spbgasu.ru/ConsultantPlusADM">\\law.lan.spbgasu.ru\ConsultantPlusADM</a>
Информационно-правовая база данных Кодекс	<a href="http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/">http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	<a href="http://www2.viniti.ru">www2.viniti.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehlit.ru/">http://www.tehlit.ru/</a>
Бест-строй. Строительный портал. Нормативные и рекомендательные документы по строительству	<a href="http://best-stroy.ru/gost/">http://best-stroy.ru/gost/</a>
Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права.	<a href="http://docs.cntd.ru">http://docs.cntd.ru</a>
Аналитический портал по экономическим дисциплинам	<a href="http://www.economicus.ru">www.economicus.ru</a>
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	<a href="http://www.ras.ru">www.ras.ru</a>
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.	<a href="http://www.sagepublications.com">www.sagepublications.com</a>
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/</a>
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>

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)
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная

## 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, аудиосистема), 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, аудиосистема), 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.

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