

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 30.04.2025 14:54:15
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«12» февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ

Направление подготовки

15.04.02 – Технологические машины и оборудование

Направленность программ магистратуры

Обеспечение работоспособности машин, конструкций и технических устройств

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	04
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины.....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа (занятия семинарского типа).....	08
4.5. Самостоятельная работа.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	13

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-1 Способен оценивать надежность работы машин и оборудования методами теории вероятности и математической статистики	ПК-1.1 Постановка и обработка результатов испытаний на надежность элементов технологического оборудования	Знать: методы оценки параметров надежности на основе результатов испытаний или подконтрольной эксплуатации (ЗН-1) Уметь: определять точечные и интервальные оценки параметров надежности в соответствии с поставленной задачей (У-1)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вероятностные методы в механике» относится к части формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы магистратуры Б1.В.04 и изучается на втором году обучения в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на общеобразовательные дисциплины по сопротивлению материалов, теории вероятности.

Компетенции, приобретенные в результате освоения дисциплины, будут использованы магистрантами при подготовке, выполнении и защите квалификационной работы, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических и организационно-управленческих задач в будущей профессиональной деятельности.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	4 / 144
Контактная работа с преподавателем:	78
занятия лекционного типа	34
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	34 (2)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	10
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	66
Формы текущего контроля	
Форма промежуточной аттестации	зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п./п.	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции/
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Применение теории вероятности к решению задач надежности машин, конструкций и технических устройств	4	4	-	14	ПК-1
2	Функции случайных величин и методы оценки надежности	4	4	-	16	ПК-1
3	Метод статистической линеаризации	10	8	-	18	ПК-1
4	Нахождение точечных оценок параметров надежности оборудования	8	6	-	10	ПК-1
5	Нахождение интервальных оценок параметров надежности оборудования	8	12	-	8	ПК-1
ИТОГО:		34	34	-	66	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.1	Применение теории вероятности к решению задач надежности машин, конструкций и технических устройств
2	ПК-1.1	Функции случайных величин и методы оценки надежности
3	ПК-1.1	Метод статистической линеаризации
4	ПК-1.1	Нахождение точечных оценок параметров надежности оборудования
5	ПК-1.1	Нахождение интервальных оценок параметров надежности оборудования

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Цели, предмет, метод и задачи, обзор тем курса Основные понятия теории вероятности. Функции распределения и плотность вероятности случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Классификация случайных процессов	4	Лекция-беседа
2	Функциональные преобразования случайных величин. Система двух случайных величин. Числовые характеристики системы двух случайных величин. Система n случайных величин. Теоремы о числовых характеристиках.	4	Лекция-беседа
3	Разложении функции работоспособности в ряд Тейлора. Надежность и отказ внецентренно сжатого стального стержня. Вероятностный расчет для статически определимой балки при нелинейной функции работоспособности. Определение вероятности появления краевой текучести. Определение вероятности невыполнения условия жесткости.	4	Лекция-беседа
3	Общие методы расчета показателей надежности технической системы в период нормальной эксплуатации. Расчет показателей надежности технических систем, их агрегатов и систем на различных периодах эксплуатации.	6	Лекция-беседа
4	Точечные оценки показателей надежности. Несмещенность, состоятельность и эффективность точечных оценок. Подход Гиббса к интерпретации результатов испытаний на надежность.	4	Лекция-беседа
4	Методы повышения надежности оборудования на этапах проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации. Виды резервирования элементов оборудования. Структурное резервирование. Резервирование замещением. Нагруженный и скользящий резерв.	4	Лекция-беседа
5	Интервальные оценки показателей надежности. Использование распределения Стюдента при оценке среднего времени безотказной работы. Использование распределения Пирсона при оценке среднего квадратичного отклонения.	4	Лекция-беседа
5	Обработка данных подконтрольной эксплуатации технических систем. Нахождение	4	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	аппроксимирующей функции для плотности распределения отказов. Метод моментов. Использование критерия Фишера для оценки расхождения эксплуатационных данных и аппроксимирующей зависимости.		

4.4. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Функции распределения и плотность вероятности случайной величины. Числовые характеристики случайных величин.	2		Групповая научная дискуссия
1	Нестационарные случайные процессы. Вероятностные характеристики нестационарных случайных процессов.	2		Групповая научная дискуссия
2	Функциональные преобразования случайных величин.	2		Групповая научная дискуссия
2	Система двух случайных величин. Числовые характеристики системы двух случайных величин. Система n случайных величин.	2		Разбор конкретных ситуаций
3	Разложение функции распределения в ряд Тейлора. Аналитическое разложение произвольного закона распределения на нормальные составляющие	2		Разбор конкретных ситуаций
3	Надежность и отказ конкретных элементов оборудования. Определение вероятности невыполнения условия жесткости.	4		Групповая научная дискуссия
3	Общие методы расчета показателей надежности технической системы в период нормальной эксплуатации.	2		Разбор конкретных ситуаций
4	Точечные оценки показателей надежности применительно к типовым элементам оборудования.	4	1	Разбор конкретных ситуаций

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
4	Методы повышения надежности оборудования на этапах проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации. Виды резервирования элементов оборудования. Расчет показателей надежности при различных видах резервирования.	2		Разбор конкретных ситуаций
5	Интервальные оценки показателей надежности. Использование распределения Стюдента при оценке среднего времени безотказной работы.	4	1	Разбор конкретных ситуаций
5	Использование распределения Пирсона при оценке среднего квадратичного отклонения.	2		Групповая научная дискуссия
5	Использование критерия Фишера для оценки расхождения эксплуатационных данных и аппроксимирующей зависимости.	2		Разбор конкретных ситуаций
5	Общая теория надежности. Приближенные оценки для функции надежности.	4		Групповая научная дискуссия

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Вероятностные показатели надежности.	6	устный опрос
1	Основные законы распределения функции распределения отказов оборудования.	8	доклад
2	Оценка показателей надежности по результатам испытаний.	8	доклад
2	Оценка показателей надежности по эксплуатационным данным.	8	устный опрос
3	Методы расчета надежности сложных технологических установок и технических систем.	8	устный опрос
3	Расчет показателей надежности конкретных технических устройств.	10	устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Повышение надежности оборудования и механических систем методами резервирования.	10	устный опрос
5	Обеспечение надежности на этапах проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации оборудования.	8	устный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.spbti.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме выступлений на семинарских занятиях с докладом на выбранную студентами тему как индивидуально, так и в составе малых групп, проверки индивидуальных заданий на практических занятиях.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 3 семестра в виде зачета в устной форме. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Результаты зачета включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на зачете:

1. Законы распределения вероятности отказов оборудования.
2. Использование распределения Стиюдента при оценке среднего времени безотказной работы

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Шумилов, К.А., Козлова, Е. М. Вероятностные методы в строительной механике: учебное пособие / К. А. Шумилов, Е.М.Козлова. – СПб: СПбГАСУ, 2015. – 230 с.
2. Марцулевич Н.А., Борисов В.З. Надежность химико-технологических систем. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – 149 с.
3. Александровская, Л.Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: учебник / Л.Н.Александровская, А.П. Афанасьев, А.А. Лисов. – М.: Логос, 2003. – 208 с.
4. Надежность машин : учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев ; под ред. Д.Н.Решетова. – М.: Высш. шк., 1988. – 238 с.
5. Гусев А.С., Зинченко Л.В., Стародубцева С.А. Статистическая динамика и надежность механических систем с кинематическими, силовыми и параметрическими воздействиями / Проблемы машиностроения и надежности машин, 2019. № 7. – с.80-87.
6. Светлицкий В.А. Статистическая механика и теория надежности. М.: Изд-во МВТУ им.Н.Э.Баумана, 2004 – 504 с.
7. Войнов К.Н. Триботехника и надежность механических систем. Учебно-методическое пособие / СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 74 с.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.technolog.edu.ru
 2. ЭБ "Библиотек" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
 3. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»
 4. Научная электронная библиотека периодических изданий eLIBRARY. - www.elibrary.ru
 5. Информационно-поисковая система Федерального института промышленной собственности - <http://www1.fips.ru/>
 6. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). - <http://www.altshuller.ru>
 7. Черный, А.А. Основы изобретательства и научных исследований: Учебное пособие./ А.А.Черный.- Пенза: Изд-во ПГУ, 2010.- 253 с. (<http://window.edu.ru/resource/646/72646>)
 8. Кокшарова, Т.Е. Основы научных исследований: Учебно-методическое пособие./ Т.Е.Кокшарова.- Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2007.- 111 с. (<http://window.edu.ru/resource/565/48565>)
 9. КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу. - www.consultant.ru -
 10. База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier. - www.scopus.com; WoS издательства Thompson Scientific.
 11. Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group). - <http://www.nature.com>
 12. Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS)). – <http://www.sciencemag.org>
- Интернет-ресурсы для проведения поиска в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 039-2013. Магистратура. Общие требования. /СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования. / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 16 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов / СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

В ходе лекционных занятий магистранту необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

Для работы на практических занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеоматериалов;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-поисковая система <https://pmi.ru/infosystem/>
2. База данных ГПНТБ СО РАН
3. База ГОСТов <http://gost-load.ru>
4. Российская поисковая система научных публикаций <http://elibrary.ru>
5. Англоязычная поисковая система научных публикаций <http://springer.com>

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация программы учебной дисциплины основана в том числе на проведении ряда практических занятий с использованием испытательных стендов, моделирующих поведение элементов оборудования при переменных нагрузках, при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 20 и более мест
2. Персональные компьютеры.
3. Мультимедиа - проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации
по дисциплине " Вероятностные методы в механике "**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен оценивать надежность работы машин и оборудования методами теории вероятности и математической статистики	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)	
			«не зачтено»	«зачтено»
ПК-1.1 Постановка и обработка результатов испытаний на надежность элементов технологического оборудования	Знает методы оценки показателей надежности по результатам подконтрольной эксплуатации (ЗН-1)	Ответы на вопросы №1-8 к зачету	Не знает основных методов оценки показателей надежности, слабо ориентируется в постановке испытаний на надежность	Знает основные методы оценки показателей надежности
	Умеет построить доверительный интервал для показателей надежности с заданной достоверностью (У-1)	Ответы на вопросы № 9- 21 к зачету	Не способен построить доверительный интервал для показателей надежности без помощи преподавателя	Умеет построить доверительный интервал для показателей надежности с заданной доверительной вероятностью

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме **зачета**. Критерии оценивания – «не зачтено» и «зачтено» приведены в таблице.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Общие свойства вероятности случайных событий.
2. Вероятность суммы и произведения событий. Условная вероятность.
3. Биномиальный закон распределения дискретной случайной величины.
4. Схема Бернулли применительно к испытаниям изделий на надежность.
5. Распределение Пуассона дискретной случайной величины.
6. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины.
7. Основные характеристики непрерывной случайной величины.
8. Вероятностные показатели надежности механических систем.
9. Зависимость интенсивности отказов от времени эксплуатации.
10. Подход Гиббса при оценке параметров надежности.
11. Основные законы распределения вероятности отказов.
12. Экспоненциальный закон распределения отказов и его свойства.
13. Нормальный закон распределения и его свойства.
14. Распределение Вейбулла.
15. Нахождение точечных оценок для среднего времени безотказной работы оборудования.
16. Нахождение точечных оценок для среднего квадратичного отклонения.
17. Построение доверительного интервала для среднего времени безотказной работы оборудования.
18. Построение доверительного интервала для среднего квадратичного отклонения.
19. Экспериментальное определение плотности вероятности отказов технологического оборудования.
20. Критерий согласия предполагаемой и действительной плотности вероятности отказов.
21. Расчет показателей надежности технических систем, их агрегатов и систем на различных периодах эксплуатации.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета.