

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «*Высшая математика*»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.7 «МАТЕМАТИКА»

для специальности

23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»

по специализации

«Грузовая и коммерческая работа»

«Магистральный транспорт»

«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»

«Транспортный бизнес и логистика»

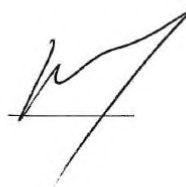
Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Высшая математика»
Протокол № 8 от 30 марта 2023 г.

Заведующий кафедрой
«Высшая математика»
30 марта 2023 г.



Е.А. Благовещенская

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
«Грузовая и коммерческая работа»
30 03 2023 г.



А.В. Новичихин

Руководитель ОПОП ВО
«Магистральный транспорт»
«Пассажирский комплекс
железнодорожного транспорта»
30 03 2023 г.



О.Д. Покровская

Руководитель ОПОП ВО
«Транспортный бизнес и логистика»
30 03 2023 г.



П.К. Рыбин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Математика» (Б1.О.7) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» (далее – ФГОС ВО), утвержденного «27» марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 216.

Целью изучения дисциплины является подготовка обучающихся к решению инженерных задач в профессиональной деятельности с использованием методов математического анализа и моделирования.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- обеспечить обучающихся знаниями об основных понятиях и законов математического анализа и моделирования;
- ознакомить обучающихся знаниями с основными методами математического анализа и моделирования;
- обучить студентов навыкам использования соответствующего специальности математического аппарата при решении инженерных задач в профессиональной деятельности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенций) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.</i>	
<i>ОПК-1.1.2. Знает методы использования математического анализа и моделирования при решении инженерных задач в профессиональной деятельности.</i>	<i>Обучающийся знает:</i> – <i>основные понятия линейной алгебры и аналитической геометрии, методы математического анализа, вероятностного и статистического моделирования.</i>
<i>ОПК-1.2. Умеет решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук (физики, химии, электротехники), а также математического анализа и моделирования</i>	<i>Обучающийся умеет:</i> - <i>умеет решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов линейной алгебры, аналитической геометрии, методы математического анализа, вероятностного и статистического моделирования.</i>

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>ОПК-1.3. Владеет методами математического анализа и моделирования в объеме, достаточном для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.</i>	<i>Обучающийся владеет:</i> – <i>методами линейной алгебры и аналитической геометрии, методами математического анализа, вероятностного и статистического моделирования в объеме, достаточном для решения инженерных задач в профессиональной деятельности.</i>

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль			
		1	2	3	4
Контактная работа (по видам учебных занятий)	256	64	64	64	64
В том числе:					
– лекции (Л)	128	32	32	32	32
– практические занятия (ПЗ)	128	32	32	32	32
– лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	208	44	80	40	44
Контроль	112	36	36	4	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, Э, З, Э	Э	Э	З	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	576 / 16	180 / 5	108 / 3	144 / 4	144 / 4

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Модуль			
		1	2	3	4
Контактная работа (по видам учебных занятий)	60	16	12	16	16
В том числе:					
– лекции (Л)	32	8	8	8	8
– практические занятия (ПЗ)	28	8	4	8	8
– лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	485	119	159	83	124
Контроль	31	9	9	9	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, Э, Э, З 8 КЛР	Э, 2 КЛР	Э, 2 КЛР	Э, 2 КЛР	З, 2 КЛР
Общая трудоемкость: час / з.е.	576 / 16	144 / 4	180 / 5	108 / 3	144 / 4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	<i>Линейная алгебра и аналитическая геометрия</i>	<p>Лекция 1. Введение в курс математики. Матрицы и действия с ними.</p> <p>Лекция 2. Определители квадратных матриц. Миноры и алгебраические дополнения. Обратная матрица. Ранг матрицы, вычисление ранга. Определители высших порядков. Свойства определителей.</p> <p>Лекция 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений: методы Крамера, Гаусса, метод обратной матрицы. Теорема Кронекера-Капелли.</p> <p>Лекция 4. Векторы и линейные операции над ними. Декартовы координаты векторов. Скалярное произведение векторов и его свойства.</p> <p>Лекция 5. Векторное и смешанное произведения векторов. Линейная зависимость и независимость векторов. Размерность и базис линейного пространства.</p> <p>Лекция 6. Прямая на плоскости. Уравнения прямой. Угол между прямыми.</p> <p>Лекция 7. Прямая и плоскость в трехмерном пространстве. Уравнения прямой и плоскости.</p> <p>Лекция 8. Угол между прямыми, плоскостями, прямой и плоскостью. Расстояния от точки до прямой и до плоскости. Взаимное расположение прямых и плоскостей.</p>	<p><i>ОПК-1.1.2</i> <i>ОПК-1.2</i> <i>ОПК-1.3</i></p>
		<p>Практическое занятие 1. Действия с матрицами.</p> <p>Практическое занятие 2. Вычисление определителей. Нахождение обратной матрицы.</p> <p>Практическое занятие 3. Решение систем линейных алгебраических уравнений различными методами.</p> <p>Практическое занятие 4. Действия с векторами и вычисление скалярного произведения.</p> <p>Практическое занятие 5. Вычисление векторного и смешанного произведений векторов.</p> <p>Практическое занятие 6. Различные уравнения прямой. Вычисления угла между прямыми.</p> <p>Практическое занятие 7. Различные</p>	<p><i>ОПК-1.1.2</i> <i>ОПК-1.2</i> <i>ОПК-1.3</i></p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>уравнения прямой и плоскости в пространстве.</p> <p>Практическое занятие 8. Вычисление расстояния от точки до прямой и до плоскости в пространстве. Взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве.</p>	
		<p>Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i></p>	<p><i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i></p>
2	<p><i>Дифференциальное исчисление функции одной переменной</i></p>	<p>Лекция 9. Множества и операции над ними. Числовые множества. Кванторы. Функции. Сложные и обратные функции, графики функций. Элементарные функции.</p> <p>Лекция 10. Числовые последовательности и их пределы. Неперово число. Пределы функций, свойства пределов, основные теоремы о пределах.</p> <p>Лекция 11. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Сравнение бесконечно малых функций. Замечательные пределы.</p> <p>Лекция 12. . Непрерывность функций в точке и на отрезке. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Разрывы функций и их классификация.</p> <p>Лекция 13. Производная функции, ее смысл в различных задачах. Дифференцируемость функции в точке и на отрезке. Таблица производных. Правила и формулы дифференцирования. Таблица производных. Дифференциал и его геометрический смысл. Инвариантность формы дифференциала.</p> <p>Лекция 14. Производные и дифференциалы высших порядков. Теоремы Роля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя. Раскрытие неопределенностей.</p> <p>Лекция 15. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа. Разложение элементарных функций по формуле Тейлора.</p> <p>Лекция 16. Экстремумы функций. Необходимые и достаточные условия экстремума. Исследование возрастания, убывания, выпуклости и вогнутости функций. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика.</p>	<p><i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i></p>
		<p>Практическое занятие 9. Комплексные числа и действия над ними. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Формула Эйлера.</p>	<p><i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i></p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Функции. Сложные и обратные функции, графики функций. Элементарные функции</p> <p>Практическое занятие 10. Вычисление пределов последовательностей и функций.</p> <p>Практическое занятие 11. Связь между бесконечно малыми и бесконечно большими функциями.</p> <p>Практическое занятие 12. Непрерывность функции в точке. Разрывы функций и их классификация.</p> <p>Практическое занятие 13. Таблица производных. Вычисление производных и дифференциалов сложных функций. Производные функций, заданных параметрически и неявно.</p> <p>Практическое занятие 14. Вычисление производных высших порядков. Раскрытие неопределенностей.</p> <p>Практическое занятие 15. Исследование функций с помощью первой производной. Монотонность и экстремумы функций. Исследование функций с помощью второй производной, нахождение интервалов выпуклости и вогнутости функций и точек перегиба.</p> <p>Практическое занятие 16. Нахождение асимптот графика функции. Построение графика функции с помощью производных.</p>	
		<p>Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i></p>	<p><i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i></p>
Модуль 2			
3	<p><i>Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных</i></p>	<p>Лекция 1. Функции нескольких переменных, основные определения, геометрический смысл, пределы, непрерывность. Дифференцирование функций нескольких переменных, частные производные, дифференциалы.</p> <p>Лекция 2. Дифференцирование сложной и неявной функций. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Частные производные и дифференциалы высших порядков.</p> <p>Лекция 3. Формула Тейлора. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума (для функции двух переменных).</p> <p>Лекция 4. Условный экстремум.</p>	<p><i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i></p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Производная по направлению и градиент скалярного поля.</p> <p>Практическое занятие 1. Вычисление частных производных.</p> <p>Практическое занятие 2. Дифференцирование сложной и неявной функций.</p> <p>Практическое занятие 3. Использование дифференциала в приближенных вычислениях. Экстремумы функции двух переменных.</p> <p>Практическое занятие 4. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции в замкнутой области. Производная по направлению и градиент скалярного поля.</p> <p>Самостоятельная работа. Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</p>	<p></p> <p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p> <p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
4	<i>Линейное программирование</i>	<p>Лекция 5. Линейное программирование (ЛП), постановка задач, примеры задач. Геометрический метод решения задач ЛП.</p> <p>Лекция 6. Основные теоремы симплекс-метода. Алгоритм симплекс-метода. Метод искусственного базиса.</p> <p>Лекция 7. Элементы теории двойственности в линейном программировании. Модифицированный симплекс-метод.</p> <p>Лекция 8. Транспортные задачи. Постановки транспортных задач. Классическая транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов решения транспортной задачи.</p> <p>Практическое занятие 5. Геометрический метод решения задач линейного программирования.</p> <p>Практическое занятие 6. Симплекс-метод.</p> <p>Практическое занятие 7. Модифицированный симплекс-метод.</p> <p>Практическое занятие 8. Метод потенциалов решения транспортной задачи.</p> <p>Самостоятельная работа. Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p> <p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p> <p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
5	<i>Интегральное исчисление</i>	<p>Лекция 9. Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства интегралов. Правила интегрирования и таблица интегралов.</p> <p>Лекция 10. Интегрирование по частям и</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>метод замены переменной. Многочлены, теорема Безу, основная теорема высшей алгебры. Разложение многочлена на множители. Разложение рациональных дробей на простейшие дроби. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональных и трансцендентных функций.</p> <p>Лекция 11. Определенный интеграл и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница и ее применение для вычисления определенных интегралов. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.</p> <p>Лекция 12. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их свойства, сходимость.</p> <p>Лекция 13. Общий подход к определению интегралов. Двойные и тройные интегралы и их свойства. Вычисление двойных и тройных интегралов повторным интегрированием. Понятие о замене переменных в двойных и тройных интегралах. Приложения кратных интегралов.</p> <p>Лекция 14. Полярные, цилиндрические и сферические координаты.</p> <p>Лекция 15. Криволинейные интегралы по длине дуги, их свойства и вычисление.</p> <p>Лекция 16. Криволинейные интегралы по координатам, их свойства и вычисление. Формула Грина-Остроградского. Независимость криволинейного интеграла по координатам от пути интегрирования. Приложения криволинейных интегралов.</p>	
		<p>Практическое занятие 9. Вычисление первообразной и неопределенного интеграла.</p> <p>Практическое занятие 10. Метод подведения под знак дифференциала и замены переменной. Интегрирование по частям. Сведение интеграла к себе подобному. Интегрирование дробно-рациональных функций.</p> <p>Практическое занятие 11. Вычисление определенного интеграла различными методами.</p> <p>Практическое занятие 12. Несобственные интегралы по неограниченному промежутку. Несобственные интегралы от неограниченных функций.</p> <p>Практическое занятие 13. Вычисление</p>	<p><i>ОПК-1.1.2</i> <i>ОПК-1.2</i> <i>ОПК-1.3</i></p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		кратных интегралов. Практическое занятие 14. Замена переменной в двойном и тройном интеграле. Практическое занятие 15. Механические и геометрические приложения двойного и тройного интеграла. Практическое занятие 16. Вычисление криволинейных интегралов 1 и 2 рода.	
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Модуль 3			
6	<i>Числовые и функциональные ряды</i>	Лекция 1. Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Действия со сходящимися рядами. Ряды с положительными членами, признаки сходимости. Знакопеременные ряды, ряды с комплексными членами. Абсолютная и условная сходимость. Признак Лейбница. Свойства абсолютно сходящихся рядов. Лекция 2. Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов: непрерывность суммы ряда, дифференцирование и интегрирование рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус и круг сходимости. Лекция 3. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение элементарных функций в степенные ряды. Приложения рядов.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Практическое занятие 1. Исследование сходимости числовых рядов. Ряды с положительными членами. Исследование сходимости знакопеременных и знакопеременных рядов. Практическое занятие 2. Нахождение интервала сходимости степенного ряда. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение функции в степенной ряд. Практическое занятие 3. Применение рядов к приближенным вычислениям.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
7	<i>Дифференциальные уравнения</i>	<p>Лекция 4. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах: уравнения с разделяющимися переменными и однородные. Линейные д.у. первого порядка и д.у. в полных дифференциалах.</p> <p>Лекция 5. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.</p> <p>Лекция 6. Уравнения с правой частью специального вида (1-ый частный случай). Уравнения с правой частью специального вида (2-ой частный случай) и общий случай). Нормальная система дифференциальных уравнений. Задача Коши и теорема существования и единственности. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера для решения систем линейных дифференциальных уравнений.</p>	<p><i>ОПК-1.1.2</i> <i>ОПК-1.2</i> <i>ОПК-1.3</i></p>
		<p>Практическое занятие 4. Решение д.у. с разделяющимися переменными и однородных д.у. первого порядка. Решение линейных д.у. первого порядка, уравнений Бернулли и д.у. в полных дифференциалах.</p> <p>Практическое занятие 5. Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка. Решение линейных однородных д.у. второго порядка с постоянными коэффициентами.</p> <p>Практическое занятие 6. Метод Лагранжа для решения линейных неоднородных д.у. второго порядка с постоянными коэффициентами. Решение линейных</p>	<p><i>ОПК-1.1.2</i> <i>ОПК-1.2</i> <i>ОПК-1.3</i></p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		неоднородных д.у. второго порядка с постоянными коэффициентами. Решение систем линейных уравнений методом Эйлера.	
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
8	Операционное исчисление	Лекция 7. Операционное исчисление. Оригиналы и их изображения. Свойства преобразования Лапласа. Таблица оригиналов и изображений. Лекция 8. Решение дифференциальных уравнений и систем операторным методом.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Практическое занятие 7. Оригиналы и изображения. Таблица изображений. Решение линейных д.у. операционным методом. Практическое занятие 8. Решение систем линейных д.у. операционным методом.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
9	Элементы теории графов	Лекция 9. Элементы дискретной математики и алгебры логики. Лекция 10. Графы, основные понятия и определения (вершины и линии, разновидности графов и их подмножества, матрицы и числа графов). Лекция 11. Транспортные сети и простейшие задачи на графах (задача о кратчайшем пути, построение графа кратчайшей длины). Лекция 12. Нахождение максимального потока в сети.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Практическое занятие 9. Алгебра логики. Практическое занятие 10. Вершины и линии, разновидности графов и их подмножества, матрицы и числа графов. Практическое занятие 11. Задача о кратчайшем пути, построение графа кратчайшей длины. Практическое занятие 12. Нахождение максимального потока в сети.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<i>Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-1.3</i>
10	<i>Теория функций комплексной переменной</i>	Лекции 13-14. Производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Лекции 15-16. Понятие об интеграле от функции комплексной переменной.	<i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i>
		Практически занятия 13-14. Производная функции комплексного переменного. Практические занятия 15-16. Интегрирование функции комплексного переменного.	<i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i>
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i>
Модуль 4			
11	<i>Гармонический анализ</i>	Лекция 1. Периодические функции. Ортогональность периодических функций. Лекция 2. Ряды Фурье. Лекция 3. Разложение периодических функции в ряды Фурье.	<i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i>
		Практическое занятие 1. Ортогональность периодических функций. Практическое занятие 2. Ряды Фурье. Практическое занятие 3. Разложение периодических функции в ряды Фурье.	<i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i>
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i>	<i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i>
12	<i>Теория вероятностей</i>	Лекция 4. Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Вероятность. Аксиоматическое построение теории вероятностей. Лекция 5. Элементарная теория вероятностей. Классическое и геометрическое определение вероятности. Лекция 6. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Лекция 7. Схема Бернулли. Теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа. Лекция 8. Дискретные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины. Лекция 9. Непрерывные случайные величины. Функция распределения, плотность вероятности их взаимосвязь и	<i>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</i>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>свойства. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины.</p> <p>Лекция 10. Законы распределения дискретной случайной величины: биномиальный, Пуассона.</p> <p>Лекция 11. Законы распределения непрерывной случайной величины: показательный, равномерный. Нормальное распределение и его свойства. Правило трёх сигма.</p> <p>Лекция 12. Закон больших чисел. Неравенства Чебышева. Теоремы Бернулли и Чебышева. Центральная предельная теорема Ляпунова. Теорема Муавра-Лапласа.</p>	
		<p>Практическое занятие 4. Алгебра событий. Определение вероятности.</p> <p>Практическое занятие 5. Классическое определение вероятности.</p> <p>Практическое занятие 6. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Независимые события. Формула полной вероятности и формула Байеса.</p> <p>Практическое занятие 7. Схема Бернулли.</p> <p>Практическое занятие 8. Дискретные случайные величины (д.с.в). Функция распределения. Составление закона распределения д.с.в. Числовые характеристики д.с.в.</p> <p>Практическое занятие 9. Непрерывная случайная величина (н.с.в). Функция плотности распределения и ее связь с функцией распределения. Числовые характеристики н.с.в.</p> <p>Практическое занятие 10. Законы распределения дискретной случайной величины.</p> <p>Практическое занятие 11. Законы распределения непрерывной случайной величины.</p> <p>Практическое занятие 12. Приложение закона больших чисел .</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
13	Математическая статистика	<p>Лекция 13. Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Гистограмма, эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия.</p> <p>Лекция 14. Статистические оценки: несмещенные, эффективные и</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>состоятельные. Погрешность оценки. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Определение необходимого объема выборки. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии.</p> <p>Лекция 15. Понятие о критериях согласия. Проверка гипотез о равенстве долей и средних. Проверка гипотез о значении параметров нормального распределения. Проверка гипотезы о виде распределения.</p> <p>Лекция 16. Принцип максимального правдоподобия и метод наименьших квадратов.</p>	
		<p>Практическое занятие 13. Первичная обработка выборки. Полигон частот. Группированная выборка. Гистограмма. Эмпирическая функция распределения.</p> <p>Практическое занятие 14. Числовые характеристики выборки.</p> <p>Практическое занятие 15. Точечные и интервальные оценки математического ожидания и дисперсии генеральной совокупности.</p> <p>Практическое занятие 16. Проверка гипотезы о виде распределения.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Самостоятельная работа. Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по темам лекций настоящего раздела) п. 8.5 настоящей рабочей программы.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	<i>Линейная алгебра и аналитическая геометрия</i>	<p>Лекция 1. Введение в курс математики. Матрицы и действия с ними. Определители квадратных матриц. Миноры и алгебраические дополнения. Обратная матрица. Ранг матрицы, вычисление ранга. Определители высших порядков. Свойства определителей.</p> <p>Лекция 2. Решение систем линейных алгебраических уравнений: методы Крамера, Гаусса, метод обратной матрицы. Теорема Кронекера-Капелли.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Практическое занятие 1. Действия с матрицами. Вычисление определителей. Нахождение обратной матрицы.</p> <p>Практическое занятие 2. Решение систем линейных алгебраических уравнений различными методами.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Самостоятельная работа. Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
2	Дифференциальное исчисление функции одной переменной	<p>Лекция 3. Производная функции, ее смысл в различных задачах. Дифференцируемость функции в точке и на отрезке. Таблица производных. Правила и формулы дифференцирования. Таблица производных. Дифференциал и его геометрический смысл. Инвариантность формы дифференциала. Лекция 4. Экстремумы функций. Необходимые и достаточные условия экстремума. Исследование возрастания, убывания, выпуклости и вогнутости функций. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Практическое занятие 3. Таблица производных. Вычисление производных и дифференциалов сложных функций. Производные функций, заданных параметрически и неявно. Практическое занятие 4. Исследование функций с помощью первой производной. Монотонность и экстремумы функций. Исследование функций с помощью второй производной, нахождение интервалов выпуклости и вогнутости функций и точек перегиба. Нахождение асимптот графика функции. Построение графика функции с помощью производных.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Самостоятельная работа. Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
Модуль 2			
3	Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных	<p>Лекция 1. Функции нескольких переменных, основные определения, геометрический смысл, пределы, непрерывность. Дифференцирование функций нескольких переменных, частные производные, дифференциалы. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Лекция 2. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимые условия</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		экстремума. Достаточные условия экстремума (для функции двух переменных).	
		Практическое занятие 1. Вычисление частных производных. Экстремумы функции двух переменных.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4	<i>Линейное программирование</i>	Самостоятельная работа. <i>Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5	<i>Интегральное исчисление</i>	Лекция 3. Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства интегралов. Правила интегрирования и таблица интегралов. Интегрирование по частям и метод замены переменной. Многочлены, теорема Безу, основная теорема высшей алгебры. Разложение многочлена на множители. Разложение рациональных дробей на простейшие дроби. Интегрирование рациональных дробей. Лекция 4. Определенный интеграл и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница и ее применение для вычисления определенных интегралов. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Практическое занятие 2. Вычисление первообразной и неопределенного интеграла. Метод подведения под знак дифференциала и замены переменной. Интегрирование по частям. Сведение интеграла к себе подобному. Интегрирование дробно-рациональных функций. Вычисление определенного интеграла различными методами.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
		Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i>	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Модуль 3			
6	<i>Числовые и функциональные ряды</i>	Лекция 1. Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Действия со сходящимися рядами. Ряды с положительными членами, признаки сходимости. Знакопеременные ряды, ряды с комплексными членами.	ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Абсолютная и условная сходимость. Признак Лейбница. Свойства абсолютно сходящихся рядов.</p> <p>Лекция 2. Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов: непрерывность суммы ряда, дифференцирование и интегрирование рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус и круг сходимости.</p>	
		<p>Практическое занятие 1. Исследование сходимости числовых рядов. Ряды с положительными членами. Исследование сходимости знакочередующихся и знакопеременных рядов.</p> <p>Практическое занятие 2. Нахождение интервала сходимости степенного ряда. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение функции в степенной ряд.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Самостоятельная работа. <i>Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
7	Дифференциальные уравнения	<p>Лекция 3. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Дифференциальные уравнения первого порядка. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Основные классы уравнений, интегрируемых в квадратурах: уравнения с разделяющимися переменными и однородные. Линейные д.у. первого порядка и д.у. в полных дифференциалах.</p> <p>Лекция 4. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Понятие о краевых задачах. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения: однородные и неоднородные. Общее решение. Фундаментальная система решений. Метод Лагранжа вариации постоянных. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Практическое занятие 3. Решение д.у. с разделяющимися переменными и однородных д.у. первого порядка. Решение линейных д.у. первого порядка, уравнений Бернулли и д.у. в полных</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>дифференциалах. Практическое занятие 4. Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка. Решение линейных однородных д.у. второго порядка с постоянными коэффициентами.</p>	
		<p>Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
8	<i>Операционное исчисление</i>	<p>Самостоятельная работа. <i>Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
9	<i>Элементы теории графов</i>	<p>Самостоятельная работа. <i>Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
10	<i>Теория функций комплексной переменной</i>	<p>Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
Модуль 4			
11	<i>Гармонический анализ</i>	<p>Самостоятельная работа. <i>Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
12	<i>Теория вероятностей</i>	<p>Лекция 1. Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Вероятность. Аксиоматическое построение теории вероятностей. Элементарная теория вероятностей. Классическое и геометрическое определение вероятности. Лекция 2. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Схема Бернулли. Теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа. Лекция 3. Дискретные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины. Лекция 4. Непрерывные случайные величины. Функция распределения, плотность вероятности их взаимосвязь и свойства. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		<p>Практическое занятие 1. Алгебра событий. Определение вероятности. Классическое определение вероятности.</p> <p>Практическое занятие 2. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Независимые события. Формула полной вероятности и формула Байеса. Схема Бернулли.</p> <p>Практическое занятие 3. Дискретные случайные величины (д.с.в). Функция распределения. Составление закона распределения д.с.в. Числовые характеристики д.с.в.</p> <p>Практическое занятие 4. Непрерывная случайная величина (н.с.в). Функция плотности распределения и ее связь с функцией распределения. Числовые характеристики н.с.в.</p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
		<p>Самостоятельная работа. <i>Закрепление лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>
13	Математическая статистика	<p>Самостоятельная работа. <i>Изучение печатных изданий (по перечню вопросов к экзамену/зачету) п. 2 оценочных материалов.</i></p>	<p>ОПК-1.1.2 ОПК-1.2 ОПК-1.3</p>

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	16	16	-	20	52
2	Дифференциальное исчисление функции одной переменной	16	16	-	24	56
3	Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных	8	8	-	20	36
4	Линейное программирование	8	8	-	20	36
5	Интегральное исчисление	16	16	-	40	72
6	Числовые и функциональные ряды	6	6	-	10	22
7	Дифференциальные уравнения	6	6	-	5	17
8	Операционное исчисление	4	4	-	5	13
9	Элементы теории графов	8	8	-	10	26
10	Теория функций комплексной переменной	8	8	-	10	26
11	Гармонический анализ	6	6	-	10	22
12	Теория вероятностей	18	18	-	24	60
13	Математическая статистика	8	8	-	10	26

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	Итого	128	128	0	208	464
Контроль						112
Всего (общая трудоемкость, час.)						576

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	4	4	-	50	58
2	Дифференциальное исчисление функции одной переменной	4	4	-	69	77
3	Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных	4	2	-	50	56
4	Линейное программирование	0	0	-	50	50
5	Интегральное исчисление	4	2	-	59	65
6	Числовые и функциональные ряды	4	4	-	20	28
7	Дифференциальные уравнения	4	4	-	20	28
8	Операционное исчисление	0	0	-	20	20
9	Элементы теории графов	0	0	-	20	20
10	Теория функций комплексной переменной	0	0	-	3	3
11	Гармонический анализ	0	0	-	40	40
12	Теория вероятностей	8	8	-	44	60
13	Математическая статистика	0	0	-	40	40
	Итого	32	28	0	485	545
Контроль						31
Всего (общая трудоемкость, час.)						576

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://biblio-online.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Апарина, Л.В. Числовые и функциональные ряды. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 160 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3798>.

2. Бородин, А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 255 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2026
 3. Миносцев, В.Б. (под ред.) Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 1. Аналитическая геометрия. Пределы и ряды. Функции и производные. Линейная и векторная алгебра [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Миносцев (под ред.), Е.А. Пушкарь (под ред.), В.Г. Зубков [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 543 с. [<http://e.lanbook.com/view/book/30424/>]
 4. Миносцев, В.Б. (под ред.) Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 2. Функции нескольких переменных. Интегральное исчисление. Теория поля [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Миносцев (под ред.), Е.А. Пушкарь (под ред.), В.А. Ляховский [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 429 с. [<http://e.lanbook.com/view/book/30425/>]
 5. Миносцев, В.Б. (под ред.) Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 3. Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Миносцев (под ред.), Е.А. Пушкарь (под ред.), Н.А. Берков [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 514 с. [<http://e.lanbook.com/view/book/30426/>]
 6. Дегтярев В. Г. Специальные разделы математики для транспортных специальностей. Учебное пособие. СПб: ПГУПС, 2007. – 79 с.;
 7. Дегтярев В. Г., Катранов А. Г., Моисеенко Т. С. Теория систем обыкновенных дифференциальных уравнений: Учебное пособие. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2001. – 94 с.
 8. Дегтярев В. Г., Репникова Н. М., Савушкина И. А., Шадринцева Н. В. Специальные разделы математики для транспортных специальностей. Учебное пособие. Сб. задач, ч. 1. СПб: ПГУПС, 2007. – 161 с.;
 9. Дегтярев В. Г., Пирозерская Л. П. Дифференциальные уравнения. Пособие для самостоятельной работы студентов, СПб: ПГУПС, 2010. – 63 с.;
 10. Дегтярев В. Г., Демьянович Ю. К. Дискретная математика, СПб: ПГУПС, 2004. – 122 с.;
 11. Иванов М.А., Костроминов А.А., Кухаренко Л.А., Репникова Н.М. Математический анализ: Сборник задач. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2004. – 56 с.;
 12. Луценко М. М. Точечные и интервальные оценки параметров. Проверка гипотезы о виде распределения: Методические указания. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2009. – 22 с.;
 13. Луценко М. М., Орлов В. Б., Савушкина И. А., Шадринцева Н. В. Точное и приближенное вычисление интегралов: Методические указания. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2009. – 36 с.
- 8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:
- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
 - Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Разработчики рабочей программы,
профессор
30 марта 2023 г.



В.И. Моисеев