





**1 Цели и задачи изучения дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС, утвержденным «17» января 2011 г., приказ № 71 по направлению подготовки (специализации) «Подвижной состав железных дорог» 23.05.03(190300.65), по дисциплине «Математика».

Целью изучения дисциплины «Математика» является освоение теоретических основ и развитие практических навыков применения математических методов, повышение культуры мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи.

– Умение решения основных математических задач с доведением решения до практически приемлемого результата.

– Развитие навыков математического и алгоритмического мышления, умения логически верно, аргументировано и ясно проводить доказательства.

– Усвоение базисных математических понятий, методов, моделей, применяемых при изучении естественнонаучных и специальных дисциплин.

– Опыт простейшего математического исследования прикладных вопросов (перевод реальной задачи на математический язык, выбор методов её решения, в том числе и численных, оценка полученных результатов).

– Развитие способности самостоятельно разбираться в математическом аппарате, содержащемся в литературе, связанной со специальностью студента.

**2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать**:

- основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления гармонического анализа; основы теории вероятностей, дискретной математики и теории надежности; основы математического моделирования;

**Уметь:**

-применять методы математического анализа и моделирования;

- применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач;

**Владеть:**

-методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общекультурныхи профессиональных компетенций:

- знанием базовых ценностей мировой культуры и готовностью опираться на них в своем личностном и общекультурном развитии; владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1).

- способностью логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения; умением отстаивать свою точку зрения, не разрушая отношений (ОК-2)

- способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1).

**3 Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Математика»(С2.Б.1) относится к базовой части математического инаучно-инженерного цикла дисциплин.

Дисциплина «Математика»основывается на знаниях, умениях и навыках в области математики, полученных учащимися в средней школе.

Дисциплина «Математика»служит основой для изучения следующих дисциплин:

|  |  |
| --- | --- |
| С1.Б.11 | Системы менеджмента качества при производстве и ремонте подвижного состава |
| С2.Б.2 | Физика |
| С2.Б.3 | Теоретическая механика |
| С2.Б.7 | Термодинамика и теплопередача |
| С2.Б.10 | Электротехника и электроника |
| С2.В.ОД.1 | Гидравлика |
| С2.В.ДВ.1-1 | Вычислительные методы в инженерных расчетах |
| С2.В.ДВ.1-2 | Прикладные вопросы матаматики |
| С3.Б.8 | Теория механизмов и машин |
| С3.Б.9 | Сопротивление материалов |
| С3.Б.13 | Техническая диагностика подвижного состава |
| С3.Б.18 | Теория систем автоматического управления |
| С3.В.ДВ.2-2 | Неразрушаюший контроль в вагонном хозяйстве |
| С3.В.ДВ.3-1 | Проектирование предприятий вагонного хозяйства |
| С3.В.ДВ.3-2 | Проектирование предприятий локомотивного хозяйства |

**4 Объем дисциплины и виды учебнойработы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Всего часов | Семестры | | |
| Вид учебной работы | **I** | **II** | **III** |
| Аудиторные занятия (всего) | 251 | 76 | 95 | 80 |
| В том числе: – лекции (Л) | 108 | 36 | 36 | 36 |
| – практические занятия (ПЗ) | 90 | 18 | 36 | 36 |
| – лабораторные занятия (ЛР) | 36 | 18 | 18 |  |
| – контроль самостоятельной работы (КСР) | 17 | 4 | 5 | 8 |
| Самостоятельная работа | 145 | 32 | 40 | 73 |
| Подготовка к экзамену | 180 | 72 | 63 | 45 |
| Форма контроля знаний |  | Экз. | Экз. | Экз. |
| Курсовые работы, шт. | 1 |  |  | 1 |
| Общая трудоемкость: час./з.е. | 576/16 | 180/5 | 198/5,5 | 198/5,5 |
| Количество часов в интерактивной форме | 24 | 12 | 12 |  |

**5 Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| *1* | *2* | *3* |
| **1** | Линейная алгебра\*\* | Матрицы и действия над ними. Обратная матрица. Ранг матрицы, вычисление ранга. Определители второго и третьего порядков. Определители высших порядков. Свойства определителей. Решение систем линейных алгебраических уравнений: методы Крамера, Гаусса и матричный. Теорема Кронекера-Капелли. Собственные числа и собственные вектора матриц. Векторы и линейные операции над ними. Декартовы координаты векторов. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов. Линейные пространства. Линейная зависимость и независимость векторов. Размерность и базис линейного пространства. |
| **2** | Аналитическая геометрия | Прямая на плоскости. Уравнения прямой. Угол между прямыми. Прямая и плоскость в трехмерном пространстве. Уравнения прямой и плоскости. Угол между прямыми, плоскостями, прямой и плоскостью. Расстояния от точки до прямой и до плоскости. |
| **3** | Введение в математический анализ | Множества и операции над ними. Числовые множества. Кванторы. Функции. Сложные и обратные функции, графики функций. Элементарные функции. Комплексные числа и действия над ними. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Формула Эйлера. Числовые последовательности и их пределы. Пределы функций, свойства пределов, основные теоремы о пределах. Замечательные пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Сравнение бесконечно малых функций. Непрерывность функций в точке и на отрезке. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Разрывы функций и их классификация. |
| *1* | *2* | *3* |
| **4** | Дифференциальное исчисление функции одной переменной | Производная функции, ее смысл в различных задачах. Дифференцируемость функции в точке и на отрезке. Правила и формулы дифференцирования. Таблица производных. Дифференциал и его геометрический смысл. Инвариантность формы дифференциала. Линеаризация функций. Производные и дифференциалы высших порядков. Теоремы Роля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя. Раскрытие неопределенностей. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа. Разложение элементарных функций по формуле Тейлора. Экстремумы функций. Необходимые и достаточные условия экстремума. Исследование возрастания, убывания, выпуклости и вогнутости функций. Асимптоты функций. Общая схема исследования функции и построения ее графика. Векторная функция скалярного аргумента. Касательная к кривой и нормальная плоскость. Кривизна кривой, радиус кривизны. |
| **5** | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | Функции нескольких переменных, основные определения, геометрический смысл, пределы, непрерывность. Дифференцирование функций нескольких переменных, частные производные, дифференциалы. Дифференцирование сложной и неявной функций. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Экстремумы функций нескольких переменных. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума (для функции двух переменных). Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Производная по направлению и градиент скалярного поля. |
| **6** | Основы дискретной математики\*  Линейное программирование\* | Множества. Операции с множествами. Декартово произведение множеств. Отображения множеств. Мощность множества. Бинарные отношения и их свойства. Принятие решения при многих параметрах. Булевы функции. Основные понятия теории графов. Матричные представления графов. Простейшие прикладные задачи теории графов. Транспортные сети. Задача о максимальном потоке. Понятие о сетевом планировании. |
| *1* | *2* | *3* |
| **7** | Интегральное исчисление функции одной переменной | Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства интегралов. Интегрирование по частям и метод замены переменной. Правила интегрирования и таблица интегралов. 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. Определенный интеграл и его свойства. Формула Ньютона-Лейбница и ее применение для вычисления определенных интегралов. Простейшие способы приближенного вычисления определенного интеграла (прямоугольников, трапеций, Симпсона). Геометрические и механические приложения определенного интеграла. Несобственные интегралы с бесконечными пределами и от неограниченных функций, их свойства, сходимость. |
| **8** | Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля\*\* | 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. Полярные, цилиндрические и сферические координаты.  Криволинейные интегралы по координатам и по длине дуги, их свойства и вычисление. Формула Грина-Остроградского. Независимость криволинейного интеграла по координатам от пути интегрирования. Приложения кратных и криволинейных интегралов. Элементы теории поля. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *1* | *2* | *3* |
| 9 | Числовые и функциональные ряды. Гармонический анализ | Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Необходимое условие сходимости. Действия с рядами. Ряды с положительными членами, признаки сходимости. Знакопеременные ряды, ряды с комплексными членами. Абсолютная и условная сходимость. Признак Лейбница. Свойства абсолютно сходящихся рядов. 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. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение элементарных функций в степенные ряды. Приложения рядов. Ряды Фурье. Гармонический анализ. |
| 10 | Теория функций комплексной переменной\* | Элементарные функции комплексной переменной и их свойства. Дифференцируемость и регулярность. Условия Коши-Римана. Гармонические и регулярные функции. Интегрирование по комплексной переменной. Регулярность первообразной. Теорема Коши. Интегральная формула Коши. Формулы для производных. Ряды Тейлора. Ряды Лорана. Изолированные особые точки и их классификация. Вычеты, их вычисление. Основная теорема о вычетах. Применение вычетов к вычислению интегралов. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *1* | *2* | *3* |
| 11 | Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики | 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, однородные, линейные, в полных дифференциалах и т. д.). 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. Уравнения с правой частью специального вида. Нормальная система дифференциальных уравнений. Задача Коши и теорема существования и единственности. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. |
| 12 | Операционное исчисление, уравнения математической физики\* | Операционное исчисление. Решение дифференциальных уравнений и систем операционным методом. Понятие об устойчивости решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Понятие об уравнениях в частных производных. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *1* | *2* | *3* |
| 13 | Теория вероятности | Пространство элементарных событий. Алгебра событий. Вероятность. Аксиоматическое построение теории вероятностей. Элементарная теория вероятностей (основные теоремы), вычисление вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Схема Бернулли. Теоремы Пуассона и Муавра-Лапласа. Дискретные случайные величины. Функция распределения и ее свойства. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины. Непрерывные случайные величины. Функция распределения, плотность вероятности их взаимосвязь и свойства. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины. Законы распределения: биномиальный, Пуассона, показательный, равномерный. Нормальное распределение и его свойства. Закон больших чисел. Теоремы Бернулли и Чебышева. Центральная предельная теорема Ляпунова. |
| 14 | Математическая статистика | Генеральная совокупность м выборка. Вариационный ряд. Гистограмма, эмпирическая функция распределения, выборочная средняя и дисперсия. Статистические оценки: несмещенные, эффективные и состоятельные. Погрешность оценки. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Определение необходимого объема выборки. Точечные оценки математического ожидания и дисперсии. Принцип максимального правдоподобия и метод наименьших квадратов. Функциональная зависимость и регрессия. Кривые регрессии, их свойства. Коэффициент корреляции, корреляционное отношение, их свойства и оценки. Определение параметров нелинейной регрессии методом наименьших квадратов непосредственно и с помощью линеаризующих замен переменных. Понятие о критериях согласия. Проверка гипотез о равенстве долей и средних. Проверка гипотез о значении параметров нормального распределения. Проверка гипотезы о виде распределения. |

\*) Раздел может быть перенесен на самостоятельную проработку.

\*\*) Раздел может быть перенесенчастично на самостоятельную проработку.

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | **Наименование раздела дисциплины** | Л  Час | ПЗ  Час | ЛР  Час | КСР  Час | СРС  Час | Всего  Час |
| 1 | Линейная алгебра | 10 | 4 | 4 |  | 5 | 23 |
| 2 | Аналитическая геометрия | 4 | 3 | 2 |  | 5 | 14 |
| 3 | Введение в математический анализ | 5 | 4 | 2 |  | 5 | 16 |
| 4 | Дифференциальное исчисление функции одной переменной | 9 | 3 | 4 |  | 5 | 21 |
| 5 | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | 8 | 4 | 4 |  | 5 | 21 |
| 6 | Основы дискретной математики |  |  | 2 | 4 | 8 | 14 |
| 7 | Интегральное исчисление функции одной переменной | 12 | 20 |  |  | 10 | 42 |
| 8 | Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля | 12 | 18 |  |  | 10 | 40 |
| 9 | Ряды. Гармонический анализ | 10 | 16 |  |  | 10 | 36 |
| 10 | Теория функций комплексной переменной\* |  |  |  | 5 | 10 | 15 |
| 11 | Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики | 6 | 8 |  |  | 18 | 32 |
| 12 | Операционное исчисление |  | 10 |  | 8 | 18 | 36 |
| 13 | Теория вероятностей | 6 | 10 |  |  | 18 | 34 |
| 14 | Математическая статистика | 6 | 8 |  |  | 19 | 33 |

5.3 Самостоятельная работа студентов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Вид самостоятельной работы** | **Трудо-емкость,**  **час** |
| 1 | Линейная алгебра | Типовой расчет №1 | 8 |
| 2 | Аналитическая геометрия | Типовой расчет №1 | 8 |
| 3 | Введение в математический анализ | Типовой расчет №2 | 10 |
| 4 | Дифференциальное исчисление функции одной переменной | Типовой расчет №2 | 18 |
| 5 | Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | Типовой расчет №3 | 10 |
| 6 | Основы дискретной математики  Линейное программирование | Типовой расчет №3 | 10 |
| 7 | Интегральное исчисление функции одной переменной | Типовой расчет №4 | 10 |
| 8 | Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля | Типовой расчет №4 | 10 |
| 9 | Числовые и функциональные ряды. Гармонический анализ | Типовой расчет №5 | 10 |
| 10 | Теория функций комплексной переменной | Типовой расчет №6 | 15 |
| 11 | Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики | Типовой расчет №7 | 8 |
| 12 | Операционное исчисление | Типовой расчет №7 | 8 |
| 13 | Теория вероятности | Типовой расчет №8 | 10 |
| 14 | Математическая статистика | Типовой расчет №9 | 10 |

Курсовая работа «Исследование надежности систем» должна содержать следующие разделы.

Введение. Основные понятия надежности систем.

1. Теория вероятности.

* 1. Теоремы умножения и сложения вероятностей. Расчет надежности простых систем.
  2. Формула полной вероятности. Расчет надежности мостиковых схем.
  3. Числовые характеристики случайных величин.
  4. Основные законы распределения случайных величин.

2. Математическая статистика.

2.1. Построение эмпирической функции *F*(*x*).

2.2. Построение графика функции *F*(*x*).

2.3. Вычисление математического ожидания и дисперсии случайной величины.

2.4. Расчет доверительных интервалов.

2.5. Проверка гипотезы о виде распределения.

Библиографический список

Приложения

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1  2 | **Модуль 1**  Линейная алгебра\*\*  Аналитическая геометрия | «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2009. - 34 с. (500 экз). |
| 3  4  5 | **Модуль 2**  Введение в математический анализ  Дифференциальное исчисление функции одной переменной  Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | «Начала математического анализа», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2009. - 31 с. (500 экз)  «Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Скалярное поле», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2010. - 18 с. (500 экз). |
| 6 | **Модуль 3**  Основы дискретной математики  Линейное программирование | «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2009. - 34 с. (500 экз). |
| 7  8 | **Модуль 4**  Интегральное исчисление функции одной переменной  Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля | «Интегралы», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2009. - 34 с. (500 экз). |
| 9 | **Модуль 5**  Теория функций комплексной переменной | «Начала математического анализа», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2009. - 31 с. (500 экз) |
| 10 | **Модуль 6**  Числовые и функциональные ряды. Гармонический анализ | «Числовые и степенные ряды. Ряды и интегралы Фурье», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2008. - 44 с. (200 экз). |
| 11 | **Модуль 7**  Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики | «Дифференциальные уравнения и системы», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2009. - 34 с. (500 экз). |
| 12 | **Модуль 8**  Операционное исчисление, уравнения математической физики | «Дифференциальные уравнения и системы», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2009. - 34 с. (500 экз). |
| 13  14 | **Модуль 9**  Теория вероятности  Математическая статистика | «Теория вероятностей. Случайные величины», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2008. - 40 с. (200 экз).  «Статистика», сб. типовых расчетов / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2013. - 40 с. (200 экз).  «Исследование надежности технических систем», Учебное пособие / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2014. - 59 с. (200 экз) |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Высшая математика» и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Все обучающиеся имеют доступ к электронным учебно-методическим комплексам (ЭУМК) по изучаемой дисциплине согласно персональным логинам и паролям.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе (ЭБС) через сайт Научно-технической библиотеки Университета http://library.pgups.ru/, содержащей основные издания по изучаемой дисциплине.

ЭБС обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

1. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике:,[Айрис-Пресс](http://www.labirint.ru/pubhouse/12/), 2008. – 604 c.
2. Воронина М.М. Линейная алгебра.Методические указания / М. М. Воронина. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2008. - 31 с.
3. Ряды. Уч. пособие / В. В. Гарбарук, Е.И.Спиридонов, М. А. Шварц. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2010 г. – 49 с.
4. Аналитическая геометрия. Метод. пособие / Н. Е. Артамонова, М. М. Воронина, Т. Ю. Самойлова. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011 г. – 28 с.
5. Математическая статистика. Уч. пособие / В. В. Гарбарук, Ю.Ю. Пупышева.: -Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012 г. – 56 с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Интегрирование функции одной переменной. Метод. указ./ Н. В. Лапшина, И. М. Соловьева, Е. И. Спиридонов, М. А. Шварц.: -Санкт-Петербург: ПГУПС, 2007 г. – 24 с.
2. Интегральное исчисление. Метод. пособие / З. С. Галанова, Е. Н. Елисеева, Н. В. Лапшина, Т. И. Ушакова.: -Санкт-Петербург: ПГУПС, 2011 г. – 31 с.
3. Криволинейные интегралы. Методические указания к типовому расчёту/ Канунников и др.: - Санкт-Петербург: ПГУПС 2009 г.- 21 с.
4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. Скалярное поле. Метод. указ. / Л. Х Малинская, Е.А. Никитина, И. М. Соловьева, Ю. В. Харина.: - Санкт-Петербург: ПГУПС2010 г. – 24 с.
5. Теория вероятностей. Ч. 2. Случайные величины. Уч. пособие / З. С. Галанова, И. М. Соловьева, И. И. Павлова.: - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2007 г. – 36 с.
6. Беклемишев Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: Учеб. пособие для втузов, 2008. –328 с.

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (

http:/e.lanbook.com)

**8.4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. «Математический анализ» часть I, Методические указания / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2011. - 34 с.

2. «Математический анализ» часть II, Методические указания / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2013. - 33 с.

3. «Математический анализ» часть III, Методические указания / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2013. - 35 с.

4. «Элементы операционного исчисления», Методические указания / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2013. - 35 с

5. «Кривые и поверхности второго порядка», Методические указания / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2015. - 24 с.

6. «Векторная алгебра», Методическое пособие / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2010. - 45 с.

7. «Ряды», Учебное пособие / ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2010. - 48 с.

8. Численные методы. Часть 1. Методические указания / Н.А. Лизунова и др., ПГУПС. Каф. "Высш. математика", 2013 г.- 24 с..

