


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра «Вычислительная механика и математика»

Утверждено на заседании кафедры
«Вычислительная механика и математика»
14 января 2021 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 В.В.Глаголев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Математика»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата**

по направлению подготовки
**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств**

с направленностью (профилем)
Технология машиностроения

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150305-02-21

Тула 2021 год

Разработчик рабочей программы дисциплины (модуля)

Лебедев А.М., проф., докт. техн. наук



подпись

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является получение базовых знаний по высшей математике, овладение как классическими, так и современными методами исследования, умение разбираться в математических методах, необходимых для работы по направлению, умение читать нужную для этого литературу, умение самостоятельно продолжать своё математическое образование.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- приобретение навыков и умения правильно обращаться с математическим аппаратом;
- составлять математические модели исследуемых процессов;
- проводить анализ созданной математической модели.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается с первого по четвёртый семестр.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

1) фундаментальные понятия, законы и теории в области математики и естественных наук и методы их применения при разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных машиностроительным производствами (код компетенции – ОПК-8, код индикатора – ОПК-8.1).

Уметь:

1) использовать математические методы, физические и химические законы при выборе оптимальных вариантов решения проблем, связанных машиностроительным производствами, (код компетенции – ОПК-8, код индикатора – ОПК-8.2).;

Владеть:

1) навыками решения проблем, связанных машиностроительным производствами, на основе использования математических методов и фундаментальных законов физики и химии (код компетенции – ОПК-8, код индикатора – ОПК-8.3)

4. Объём и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Объём дисциплины (модуля), объём контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объём в зачётных единицах	Общий объем в академических часах	Объём контактной работы в академических часах						Объём самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
1	Э	5	180	32	32			2	0,25	113,75
2	Э	4	144	32	32			2	0,25	77,75
3	Э	4	144	32	32			2	0,25	77,75
4	Э	3	108	32	32			2	0,25	41,75
Итого	-	16	576	128	128			8	1	311

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2. Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
1 семестр	
1	Линейные пространства. Векторы в линейном пространстве. Базис. Разложение вектора по базису. Линейные операции над векторами. Коллинеарность векторов. Системы координат: декартова, полярная, цилиндрическая, сферическая
2	Скалярное произведение векторов и его свойства. Длина вектора. Угол между векторами. Евклидово пространство. Работа силы. Векторное произведение векторов и его свойства. Вычисление векторного произведения. Приложения векторного произведения векторов. Смешанное произведение трёх векторов и его свойства. Вычисление смешанного произведения. Компланарность трёх векторов. Приложения смешанного произведения векторов
3	Основные задачи о прямой на плоскости. Формы задания прямой на плоскости
4	Основные задачи о плоскости. Формы задания плоскости. Основные задачи о прямой в пространстве. Формы задания прямой в пространстве
5	Кривые второго порядка: эллипс, гипербола, парабола и их свойства. Вырожденные кривые второго порядка. Поверхности второго порядка: эллипсоид, однополостный и двуполостный гиперболоиды, эллиптический и гиперболоидический параболоиды, вырожденные поверхности. Исследование по-

	верхностей методом сечений
6	Матрицы и операции над ними. Определитель квадратной матрицы: определение, свойства. Алгебраические дополнения и миноры. Методы вычисления определителей
7	Обратная матрица: определение, свойства. Нахождение обратной матрицы. Ранг матрицы. Нахождение ранга матрицы методом нулей и единиц
8	Решение системы в случае, когда число уравнений равно числу неизвестных: матричный метод, правило Крамера, метод Гаусса
9	Решение системы в случае, когда число уравнений не равно числу неизвестных: теорема Кронекера-Капелли. Нахождение решений в случае бесчисленного множества решений системы
10	Линейный оператор. Матрица линейного оператора. Операции над линейными операторами. Изменение координат вектора и матрицы линейного оператора при переходе к «новому» базису. Ядро, ранг и дефект линейного оператора
11	Собственные значения и собственные векторы линейного оператора. Спектр линейного оператора. Сопряжённый, самосопряжённый и ортогональный операторы
12	Билинейный функционал, билинейная форма. Квадратичная форма. Приведение квадратичной формы к сумме квадратов. Приведение кривой второго порядка к каноническому виду. Определённые формы. Критерий Сильвестра
13	Комплексные числа. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Формула Эйлера. Операции над комплексными числами. Формула Муавра. Извлечение корня из комплексного числа. Числовая последовательность. Ограниченные, неограниченные, бесконечно большие, бесконечно малые, сходящиеся и монотонные последовательности, и их свойства. Предел числовой последовательности. Теорема Вейерштрасса. Сходимость последовательности $\left\{ \left(1 + \frac{1}{n} \right)^n \right\}$
14	Функция и область её определения. Способы задания. Функции Дирихле, сигнум, антье. Предел функции в точке и бесконечности по Гейне, Коши. Односторонний предел функции. Критерий Коши. Операции над функциями, имеющими предел. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства. Сравнение бесконечно малых функций. Эквивалентные бесконечно малые функции
15	Непрерывность функции в точке по Гейне и Коши. Операции над непрерывными в точки функциями. Непрерывность сложной функции. Односторонняя непрерывность. Непрерывность функции на множестве. Свойства функций, непрерывных на множестве. Точки разрыва функции и их классификация. Замечательные пределы. Таблица эквивалентных бесконечно малых функций и их применение для вычисления пределов
16	Производная функции, её геометрический и физический смысл. Операции над производными. Производные сложной, обратной, параметрически и неявно заданных функций. Производные элементарных функций. Дифференцируемость функции. Связь дифференцируемости и непрерывности. Дифференциал функции. Связь дифференциала функции с производной. Геометрический смысл дифференциала. Инвариантность формы первого дифференциала. Применение дифференциала в приближённых вычислениях. Производные и дифференциалы высших порядков. Не инвариантность формы дифференциала порядка выше первого
2 семестр	

17	Замечательные теоремы: Ферма, Ролля, Коши, Лагранжа. Раскрытие неопределённости по правилу Лопиталя
18	Формула Тейлора. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа, Коши, Пеано. Формула Маклорена. Разложение функций e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^m$ по формуле Маклорена. Вычисление числа e
19	Условия возрастания и убывания функции. Необходимое условие, достаточные условия экстремума функции. Отыскание наибольшего и наименьшего значений непрерывной на отрезке функции. Исследование функции на выпуклость и вогнутость. Точки перегиба
20	Асимптоты графика функции: вертикальные и наклонные. Общая схема исследования функции и построения её графика. Плоские кривые. Кривизна, радиус и центр кривизны
21	Первообразная и неопределённый интеграл. Свойства неопределённых интегралов. Геометрический смысл. Таблица основных интегралов. Методы интегрирования: замена переменной, интегрирование по частям
22	Интегрирование функций, содержащих квадратичный трёхчлен. Рекуррентная формула
23	Интегрирование дробно-рациональных функций: метод разложения на простейшие дроби, метод Остроградского
24	Интегрирование тригонометрических функций
25	Интегрирование иррациональных функций. Подстановки Эйлера. Интегрирование дифференциального бинома
26	Задачи, приводящие к понятию определённого интеграла. Определённый интеграл Римана. Свойства определённого интеграла. Связь между определённым и неопределённым интегралами. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определённом интеграле. Интегрирование по частям
27	Несобственные интегралы. Несобственные интегралы с бесконечными пределами, от неограниченных функций. Признаки сравнения
28	Вычисление площади плоской фигуры, заданной в декартовой, полярной системе координатах, при параметрическом задании границы. Вычисление длины кривой, заданной в декартовой, полярной системе координат и параметрически
29	Вычисление объёма тела по площадям параллельных сечений, тела вращения. Вычисление площади поверхности тела вращения. Приложения определённого интеграла в физике
30	Функции нескольких переменных. Определение, область определения, предел, непрерывность. Частные производные первого порядка и их геометрический смысл. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Полный дифференциал. Дифференцирование сложных функций и функций, заданных неявно. Касательная плоскость и нормаль к поверхности
31	Частные производные и дифференциалы высших порядков. Независимость смешанных частных производных от порядка дифференцирования. Формула Тейлора для функции двух переменных
32	Экстремумы функций нескольких переменных. Безусловный экстремум. Необходимые и достаточные условия. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Метод наименьших квадратов
3 семестр	
33	Физические задачи, приводящие к понятию дифференциальных уравнений. Основные понятия теории дифференциальных уравнений. Формулировка теоремы существования и единственности решения задачи Коши. Общее, частное и особое решения дифференциального уравнения. Дифференциаль-

	ные уравнения первого порядка с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним
34	Однородные дифференциальные уравнения первого порядка и приводящиеся к ним. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка, уравнение Бернулли. Метод Бернулли
35	Уравнение в полных дифференциалах, интегрирующий множитель. Уравнения, не разрешённые относительно производной
36	Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка
37	Линейные дифференциальные уравнения. Линейно зависимые и независимые системы функций. Определитель Вронского. Структура решений линейного однородного и неоднородного дифференциального уравнения. Метод вариации произвольных постоянных
38	Решение линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами в зависимости от корней характеристического уравнения. Решение линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами с правыми частями специального вида
39	Дифференциальные уравнения Эйлера. Системы дифференциальных уравнений. Нормальные системы. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Сведение нормальной системы к уравнению высшего порядка и обратно. Метод исключения
40	Матричный метод решения системы дифференциальных уравнений: различные случаи корней характеристического уравнения
41	Основные понятия числовых рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Простейшие операции над рядами. Ряды с положительными членами. Признаки сравнения. Признаки сходимости Даламбера, Раабе, Коши, интегральный признак сходимости
42	Знакопеременные ряды. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Знакочередующиеся ряды. Признак Лейбница. Оценка остатка ряда
43	Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость. Свойства равномерно сходящихся рядов. Признак Вейерштрасса. Мажоранта. Степенные ряды. Теоремы Абеля. Свойства степенных рядов
44	Ряды Тейлора. Теорема о единственности разложения функции в степенной ряд. Достаточные условия разложимости функции в ряд Тейлора. Ряд Маклорена
45	Разложение в ряд Маклорена функций e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^m$
46	Применения степенных рядов
47	Ортогональная система функций. Ряды по ортогональной системе функций. Ряды Фурье
48	Тригонометрические ряды. Теорема Дирихле. Разложение в ряд Фурье чётных и нечётных функций
4 семестр	
49	Задачи, приводящие к понятию кратного интеграла. Мера Жордана. Определение и свойства кратных интегралов. Теорема существования. Вычисление двойных и тройных интегралов в декартовой системе координат
50	Замена переменных в кратных интегралах. Определитель Якоби. Замена переменных в двойном интеграле. Переход в полярную и обобщённую полярную систему координат. Замена переменных в тройном интеграле. Переход в цилиндрическую и сферическую систему координат
51	Приложения кратных интегралов к задачам механики. Несобственные кратные интегралы

52	Криволинейные интегралы первого рода. Криволинейные интегралы второго рода. Формула Грина. Вычисление площади плоской фигуры с помощью криволинейного интеграла. Условие независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования
53	Поверхностные интегралы первого рода. Односторонние и двусторонние поверхности. Поверхностные интегралы второго рода
54	Определение скалярного поля. Физические скалярные поля. Линии равного уровня. Производная по направлению. Градиент, свойства градиента, связь градиента с производной по направлению
55	Определение векторного поля. Физические векторные поля. Векторные линии, векторные трубки. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Остроградского-Гаусса. Дивергенция векторного поля
56	Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса. Ротор векторного поля. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции второго порядка. Потенциальные и соленоидальные векторные поля
57	Комбинаторика. Вероятностное пространство: пространство элементарных событий, алгебра событий, аксиоматическое определение вероятности. Свойства вероятности. Теорема сложения вероятностей
58	Классическое и геометрическое определения вероятности события. Задача Бюффона. Условные вероятности. Теорема умножения вероятностей. Условие независимости событий. Разбиения. Формула полной вероятности события, формула Байеса
59	Случайные величины. Функция распределения. Дискретные и абсолютно непрерывные законы распределения. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, моменты распределения
60	Схема испытаний Бернулли. Формула Бернулли. Биномиальный закон распределения. Предельные теоремы в схеме Бернулли: теорема Пуассона, локальная и интегральная теоремы Муавра-Лапласа. Гипергеометрическое распределение. Геометрическое распределение. Закон Пуассона. Простейший поток событий
61	Равномерное распределение. Нормальное распределение. Вероятность попадания в заданный интервал. Правило «трёх сигм». Показательное распределение. Показательный закон надежности
62	Неравенства Маркова, Чебышёва. Закон больших чисел в форме Чебышёва, Бернулли, Пуассона, Хинчина, Маркова. Усиленный закон больших чисел. Применение закона больших чисел. Центральная предельная теорема и её применение
63	Математическая статистика. Генеральная совокупность и выборка. Выборочная функция распределения. Выборочные моменты распределения. Полигон и гистограмма. Точечные оценки числовых характеристик случайных величин. Методы нахождения точечных оценок параметров распределения: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов
64	Интервальное оценивание. Доверительный интервал для математического ожидания нормально распределенной случайной величины при известной и неизвестной дисперсии. Проверка статистических гипотез. Критическая область. Ошибки первого и второго рода. Критерий согласия К. Пирсона

4.3. Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
1 семестр	
1	Вычисление определителей
2	Векторная алгебра
3	Аналитическая геометрия на плоскости
4	Аналитическая геометрия в пространстве
5	Матричная алгебра
6	Системы линейных алгебраических уравнений
7	Линейные операторы
8	Приведение кривой второго порядка к каноническому виду и построение графика
9	Комплексные числа
10	Вычисление пределов числовых последовательностей
11	Вычисление пределов функций, непрерывность функций
12	Вычисление пределов функций с помощью эквивалентных бесконечно малых функций
13	Производные и дифференциалы первого порядка
14	Производные и дифференциалы высших порядков
2 семестр	
15	Раскрытие неопределённостей по правилу Лопиталя
16	Исследование функций с помощью производных
17	Неопределённый интеграл: замена переменной и интегрирование по частям
18	Интегрирование функций, содержащих квадратный трёхчлен
19	Интегрирование дробно-рациональных функций методом разложения на простейшие дроби
20	Интегрирование тригонометрических функций
21	Интегрирование иррациональных функций
22	Замена переменной и интегрирование по частям в определённом интеграле
23	Несобственные интегралы
24	Вычисление площади плоской фигуры, граница которой задана различными способами
25	Вычисление длины дуги кривой, заданной различными способами
26	Вычисление объёмов тел и площади поверхности тела вращения
27	Частные производные и дифференциалы первого и высших порядков функции нескольких переменных
28	Безусловный и условный экстремумы функции нескольких переменных
3 семестр	
29	Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения и сводящиеся к ним
30	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка, уравнение Бернулли
31	Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель
32	Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающих понижение порядка
33	Линейные дифференциальные уравнения высших порядков: однородные и неоднородные со специальной правой частью
34	Метод вариации произвольных постоянных. Уравнение Эйлера
35	Системы дифференциальных уравнений
36	Числовые ряды с положительными членами
37	Знакопеременные числовые ряды. Знакочередующиеся ряды
38	Степенные ряды. Область сходимости степенного ряда

39	Разложение функций в ряд Тейлора
40	Ряды Маклорена элементарных функций и их применение в математических задачах
41	Разложение в ряд Фурье функций общего вида
42	Разложение в ряд Фурье чётных и нечётных функций
4 семестр	
43	Вычисление двойных и тройных интегралов
44	Криволинейные интегралы первого и второго родов. Формула Грина
45	Поверхностные интегралы первого и второго родов
46	Скалярное поле. Градиент. Производная по направлению.
47	Векторное поле. Поток векторного поля через поверхность. Теорема Остроградского-Гаусса. Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса
48	Случайные события: классическое и геометрическое определения вероятностей, условные вероятности, формулы полной вероятности и Байеса
49	Случайные величины: функция распределения, математическое ожидание, дисперсия
50	Законы распределения: биномиальный, Пуассона, нормальный

4.4. Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5. Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6. Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
1 семестр	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации и её прохождение
2 семестр	
3	Подготовка к практическим занятиям
4	Подготовка к промежуточной аттестации и её прохождение
3 семестр	
5	Подготовка к практическим занятиям
6	Подготовка к промежуточной аттестации и её прохождение
4 семестр	
7	Подготовка к практическим занятиям
8	Подготовка к промежуточной аттестации и её прохождение

5. Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося	Максимальное количество бал-
---	-------------------------------------

			ЛОВ
1 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
2 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Зачёт		40 (100*)
4 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Работа на практических занятиях	26
		Итого	30

Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)
--------------------------	---------	-----------

*В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академических системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0-39	40-60	61-80	81-100
Стобалльная система оценивания				
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачёт, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачёт)	Не зачтено	Зачтено		

6. Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература

1. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2017. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91080> — Загл. с экрана.
2. Клетеник Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2017. — 224 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/92615> — Загл. с экрана.
3. Кузнецов Л.А. Сборник заданий по высшей математике. Типовые расчеты. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4549> — Загл. с экрана.
4. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления: учебное пособие для втузов. Т.1 / Н.С.Пискунов. — Изд. стер. — Москва: Интеграл-Пресс, 2010.— 416 с.
5. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления: учебное пособие для втузов: в 2 т. Т. 2 / Н. С. Пискунов. — Изд. стер. — Москва: Интеграл-Пресс, 2009.— 544 с.
7. Лакерник А.Р. Высшая математика. Краткий курс [электронный ресурс]: учебное пособие/Лакерник А.Р. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2008. —528 с. —Режим доступа: <http://www/iprbookshop.ru/9112.html>. —ЭБС «IPRbooks».

7.2. Дополнительная литература

1. Аверин, В. В. Математика. Ч. 1 [электронный ресурс] : курс лекций: учебное пособие/ В. В. Аверин, М. Ю. Соколова, Д. В. Христич; ТулГУ. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. - 254 с. : ил.- ISBN 978-5-7679-1748-8. – Режим доступа : <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2014100214370663049600009433>, по паролю

2 Аверин, В. В. Математика. Ч. 2 [электронный ресурс] : курс лекций: учебное пособие/ В. В. Аверин, М. Ю. Соколова, Д. В. Христин; ТулГУ. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. - 275 с. : ил. - ISBN 978-5-7679-1749-5. – Режим доступа по паролю :https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/201410021441294315510000_8498, по паролю

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Дифференциальные уравнения [электронный ресурс] : ежемесячный математический журнал: журнал/ РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 2014 - . - ISSN 0374-0641.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=9677>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
2. Успехи математических наук/ Российская академия наук. - М.: Наука, 1995-ISSN 0042-1316
3. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам (модуль).- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
4. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.- .- Загл. с экрана
5. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
6. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа :<http://window.edu.ru.> ,свободный.-Загл. с экрана.
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа :<http://exponenta.ru.> ,свободный.-Загл. с экрана.

9. Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

9.1. Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Программное обеспечение не требуется

9.2. Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются