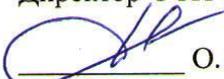


УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ ТПУ


О. Ю. Долматов

«__» _____ 2015 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УНИФИЦИРОВАННОГО МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ 2.5 _**

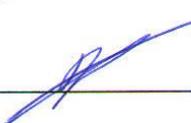
Направление (специальность) ООП **01.03.02 «Прикладная математика и информатика»**
Номер кластера (для унифицированных дисциплин) **5**
Профиль(и) подготовки (специализация, программа) **Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач "Компьютерное моделирование"**
Квалификация (степень) **бакалавр**
Базовый учебный план приема **2015** г.
Курс **I** семестр **2**
Количество кредитов **5**
Код дисциплины **ДИСЦ.Б**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	40
Практические занятия, ч	40
Лабораторные занятия, ч	0
Аудиторные занятия, ч	80
Самостоятельная работа, ч	100
ИТОГО, ч	180

Вид промежуточной аттестации **ЭКЗАМЕН**

Обеспечивающее подразделение **ВММФ**

Заведующий кафедрой  профессор Трифонов А.Ю.

Руководитель ООП  профессор Трифонов А.Ю.

Преподаватель  доцент Зальмеж В.Ф.

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины Математический анализ 2.5

1. Цели освоения дисциплины Математический анализ

В результате освоения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Р1, Р2, Р3, Р7, Р8, Р9, Р10 и Р11 основной образовательных программ 010302 «Прикладная математика и информатика».

Основные цели преподавания курса математического анализа.

1. Изучение предусмотренных программой определений, теорем, их доказательств, связей между ними, формирование умения применять полученные знания при решении конкретных задач.

2. Создание отношения к математическому анализу как к инструменту исследования и решения прикладных задач. Эта цель достигается выработкой у студентов понимания сущности математической модели и умения моделировать некоторые наиболее доступные объекты, процессы и явления.

3. Развитие у студентов логического и алгебраического мышления, математической интуиции, точности и обстоятельности аргументации, т.е. воспитания математической культуры, которая способствовала бы включению будущих специалистов в процесс активного познания, в частности, обеспечивала бы им возможность самостоятельного овладения новым математическим аппаратом.

2. Место модуля в структуре ООП

Дисциплина относится к базовым дисциплинам математического и естественнонаучного цикла (ДИСЦ.Б). Коррективом для дисциплины «Математический анализ 2.5» является дисциплина «Алгебра и геометрия 2.5». Для освоения дисциплины необходимо **знать**:

- Курс «Математический анализ 1.5»
- Курс «Алгебра и геометрия 1.5»»,

Параллельно с данной дисциплиной могут изучаться дисциплины гуманитарного, социального и экономического цикла, дисциплины естественнонаучного цикла, профессионального цикла и цикл «Физическая культура»

3. Результаты освоения дисциплины Математический анализ 2.5.

При изучении дисциплины студенты должны получить представление: о значении математического анализа в математике, естествознании, инженерных дисциплинах и общественных науках; об индукции и дедукции, доказательных и правдоподобных рассуждениях, их роли в процессе научного познания; об условном суждении и эквивалентных ему утверждениях. Студенты должны будут уметь: грамотно применять основные понятия и методы математического анализа, представляя реальные границы их применения; проверять найденные решения; самостоятельно овладевать новыми математическими знаниями, опираясь на опыт, приобретенный в процессе изучения курса математического анализа.

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: Р1, Р2, Р3, Р7, Р8, Р9, Р10 и Р11. Соответствие результатов освоения дисциплины «Математический анализ» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице.

Формируемые компетенции в соответствии с ФГОС*	Результаты освоения дисциплины
З1.	<i>В результате освоения дисциплины студент должен знать: основные положения теории пределов и непрерывных функций.</i>

	числовых и функциональных рядов, теории интегралов, зависящих от параметра, теории неявных функций и ее приложение к задачам на условный экстремум, теории поля; основные теоремы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных
У1.	<i>В результате освоения дисциплины студент должен уметь:</i> определять возможности применения теоретических положений и методов математического анализа постановки и решения конкретных прикладных задач решать основные задачи на вычисление пределов функций, их дифференцирование и интегрирование, на вычисление интегралов, на разложение функций в ряды
В.1	<i>В результате освоения дисциплины студент должен владеть:</i> навыками письменной и устной коммуникации на математическом языке. стандартными методами и моделями математического анализа и их применением к решению прикладных задач

4. Структура и содержание дисциплины Математический анализ 2.5.

4.1. Наименование модулей дисциплины:

Модуль 1. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Лекции. Практика. Понятие метрического пространства. Координатное Евклидово пространство. Некоторые топологические понятия. Определения, предел и непрерывность функции нескольких переменных. Свойства функций, непрерывных на ограниченном замкнутом множестве.

Частные приращения и частные производные функции нескольких переменных. Полное приращение и полный дифференциал функции нескольких переменных. Определение и свойства дифференцируемой функции. Непрерывность дифференцируемой функции. Дифференцируемость функции с непрерывными частными производными. Дифференцирование сложной функции. Инвариантности формы полного дифференциала. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала функции двух переменных. Теоремы о существовании и гладкости неявно заданных функций.

Скалярное поля. Линии и поверхности уровня. Производная по направлению, определение, свойства и вычисление. Градиент скалярного поля, его свойства.

Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных.. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции двух переменных.

Экстремум функции двух переменных. Необходимые и достаточные условия.

Экстремум функции многих переменных. Понятие квадратичной формы. Критерий Сильвестра. Наибольшее и наименьшее значения функции в ограниченной замкнутой области.

Векторная функция векторного аргумента. Отображения. Определение и свойства матрицы Якоби и якобиана отображения. Геометрический смысл модуля якобиана отображения. Системы неявных функций. Независимые системы функций. Условия зависимости и независимости систем функций. Условный экстремум. Метод неопределенных множителей Лагранжа.

Модуль 2. Интегральное исчисление функций нескольких переменных

Лекции. Практика. Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра. Переход к пределу, интегрирование и дифференцирование по параметру под знаком интеграла.

Задачи, приводящие к понятию двойного интеграла. Определение двойного интеграла, геометрический и физический смысл, теорема существования, свойства. Сведение двойного интеграла к повторному интегралу. Замена переменных в двойном интеграле.

Задачи, приводящие к понятию тройного интеграла. Тройной интеграл, определение, свойства, вычисление в декартовой системе координат. Формулировка теоремы о замене переменных под знаком тройного интеграла. Переход к цилиндрическим и сферическим координатам в тройном интеграле. Приложения кратных интегралов

Задача о вычислении работы силового поля. Определение, свойства и вычисление криволинейного интеграла по координатам. Теорема Грина. Условия независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Отыскание функции по ее полному дифференциалу.

Криволинейные интегралы по длине дуги. Определение, свойства, физический смысл, вычисление.

Поверхностный интеграл по площади поверхности. Определение, свойства вычисление. Геометрический и физический смысл.

4.2. Структура дисциплины по модулям, формам организации и контроля обучения

№	Название модуля	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого	Формы текущего контроля и аттестации
		Лекции	Практ./семинар	Лаб. зан.			
1	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	20	18		50	78	ИДЗ. Контрольная работа
2	Интегральное исчисление функций нескольких переменных	20	22		50	82	ИДЗ. Контрольная работа
	Аттестация за семестр						Экзамен
	итого	40	40		100	180	

5. Образовательные технологии

Для успешного освоения модуля дисциплины применяются как предметно — ориентированные технологии обучения (технология постановки цели, технология полного усвоения, технология концентрированного обучения), так и личностно — ориентированные технологии обучения (технология обучения как учебного исследования, технология педагогических мастерских, технология коллективной мыследеятельности, технология эвристического обучения) которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе.

Перечень методов обучения и форм организации обучения представлен в таблице 2.
Таблица 2.

Методы и формы организации обучения

Методы	ФОО	Лекц.	Пр. зан./сем.	Тр. *, Мк **	СРС
IT-методы					
Работа в команде			х		х
Case-study					
Игра					
Методы проблемного обучения			х	х,х	х
Обучение на основе опыта	х	х	х	х,х	х
Опережающая самостоятельная работа				х,х	х
Проектный метод					
Поисковый метод	х	х	х	х,х	х
Исследовательский метод	х	х	х	х,х	х

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Общий объем самостоятельной работы студентов поданному модулю включает две составляющие: текущую СРС и творческую проектно-ориентированную СР (ТСР).

6.1.1. *Текущая СРС* направлена на углубление и закрепление знаний студентов, развитие практических умений и представляет собой:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий
- опережающая самостоятельная работа;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- в изучении теоретического материала по теме курсовой работы, оформлении отчета и презентации доклада;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, к экзамену

6.1.2. *Творческая проектно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)*, ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса общекультурных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и представляет собой:

- выполнение расчетно-графических работ;
- участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по модулю

6.2.1. *Темы индивидуальных заданий:*

1. Функции нескольких переменных
2. Кратные интегралы

6.2.2 *Темы работ выносимые на самостоятельную проработку:*

1. Геометрический смысл полного дифференциала функции двух переменных.
2. Геометрический и физический смысл криволинейного и поверхностного интегралов.

6.3 Контроль самостоятельной работы

Контроль СРС студентов проводится путем проверки работ, предложенных для выполнения в качестве домашних заданий согласно разделу 6.2. и рейтинг-плану освоения модуля дисциплины. Одним из основных видов контроля СРС является защита индивидуальных домашних заданий. Наряду с контролем СРС со стороны преподавателя предполагается личный самоконтроль по выполнению СРС со стороны студентов.

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов рекомендуется использование литературы и Internet-ресурсов согласно перечню раздела 9. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения модуля

7.1. Текущий контроль. Средствами оценки текущей успеваемости студентов по ходу освоения модуля дисциплины являются:

7.1.1. Пример перечня вопросов, ответы на которые дают возможность студенту продемонстрировать, а преподавателю оценить степень усвоения теоретических и фактических знаний на уровне знакомства

- Дайте определение предела функции нескольких переменных.
- Сформулируйте определение частных производных для функции нескольких переменных.
- Что называется дифференциалом функции нескольких переменных
- В чем состоят достаточные условия дифференцируемости функции нескольких переменных?
- Как находятся частные производные высших порядков? Сформулируйте условия равенства смешанных производных.
- Как ищутся касательная плоскость и нормаль к поверхности?
- Сформулируйте определение экстремума для функции нескольких переменных. Каковы необходимые условия его существования?
- Сформулируйте достаточные условия существования экстремума для функции двух переменных
- Приведите схему нахождения наибольшего и наименьшего значения функции в замкнутой области.
- Определение двойного и тройного интегралов. Их геометрический и физический смысл.
- Основные свойства двойных и тройных интегралов.
- Теорема о среднем для двойного и тройного интегралов.
- Сведение двойного интеграла к повторному.
- Замена переменных в двойном интеграле.
- Якобиан, его геометрический смысл.
- Двойной интеграл в полярных координатах.
- Тройной интеграл в цилиндрических координатах.
- Тройной интеграл в сферических координатах.

- *Индивидуальные задания*

Пример варианта индивидуальных заданий.

Вариант № 1

Вариант № 1

1. Поменять порядок интегрирования. Найти площадь области. Сделать рисунок:

$$\int_{-1/4}^1 dx \int_{4x^2}^{3x+1} dy.$$

2. Найти площадь области, ограниченной линиями

а) $y = x^5$, $y = ex^5$, $yx = 2$, $yx = 6$;

б) $y^3 = 4x$, $y^3 = 16x$, $x^3 = 25y$, $x^3 = 64y$.

3. Вычислить

$$\iint_S x^6 dx dy,$$

где S : $y = x^3$, $y = 2x^3$, $yx^7 = 1$, $yx^7 = 3$.

4. Найти координаты центра масс, распределённых с плотностью $\mu = xy$ в области S :

$$\sqrt{x} + \sqrt{y} = 2, \quad x = 0, \quad y = 0.$$

5. Найти объем тела, ограниченного поверхностями

а) $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$, $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$;

б) $z = 0$, $z = e^{x+y}$, $y = x$, $y = 2x$, $y = 3$.

6. В конусе $x^2 + y^2 = (z-6)^2$ ($0 \leq z \leq 12$) распределены массы с плотностью $\mu = 1+z$.
Найти давление конуса на плоскость xOy .

7. Вычислить

$$\iiint_{(V)} 72x dx dy dz,$$

если V – объем, ограниченный плоскостями

$$x + 2y + 3z = 1, \quad x + 2y + 3z = 2, \quad 3x + y + 2z = 1,$$

$$3x + y + 2z = 2, \quad 2x + 3y + z = 1, \quad 2x + 3y + z = 2.$$

8. Найти координаты центра масс, распределённых с плотностью $\mu = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ в объеме тела V , ограниченного поверхностями $x^2 + y^2 + z^2 = 25$, $x^2 + y^2 = z^2$, $z \geq 0$.

9. В плоской области D , ограниченной линиями $y = 6x$, $y = 3x$, $x = 2$ выделяется газ, плотность мощности источников которого $N = (4x+1)e^{1-t}$. Найти количество газа, выделенного источниками области D за промежуток времени от 0 до 2.

10. По кривой L : $x = \cos t$, $y = -\sin t$, $z = t$, $4\pi \leq t \leq 6\pi$ распределены заряды с линейной плотностью $\rho = x^2 + y^2 + z^2$. Найти полный заряд кривой.

11. Вычислить интеграл

$$\int_L y dx + z dy + y dz$$

по контуру L : $x = 2t \cos t$, $y = 2t \sin t$, $z = 2t$, $2\pi \leq t \leq 4\pi$.

12. Вычислить

$$\int_{(1,0)}^{(1,2)} x \left(1 + \frac{1}{x^2 + y^2} \right) dx + y \left(1 + \frac{1}{x^2 + y^2} \right) dy$$

вдоль кривых, для которых интеграл не зависит от пути интегрирования.

13. Найти площадь части поверхности S : $z = xy$, вырезанную поверхностями $x^2 + y^2 = 4$, $|x| = |y|$ ($|x| \leq |y|$).

14. Вычислить

$$\iint_S (x - y + 2z) dS,$$

где S : $z^2 + x^2 + y^2 = 4$ ($z \geq 0$).

15. Найти

$$\iint_S x dy dz - y dx dz + (z + 1) dy dz,$$

где S – часть плоскости $x + y + z = 1$, лежащая в первом октанте ($z > 0$).

16. Вычислить

$$\iint_S xy dy dz + (x + y) dx dz + (z - x) dy dx,$$

где S – замкнутая поверхность $z^2 = xy$, $x^2 + y^2 = 4$. Нормаль внешняя.

17. Вычислить

$$\iint_S 2x dy dz + y^4 dx dz - (z - x) dy dx,$$

где S – часть поверхности $x^2 + y^2 + z^2 = 4z$, отсекаемая плоскостью $x = 0$ ($x > 0$).
Нормаль внешняя к замкнутой поверхности.

7.2. Рубежный контроль. Данный вид контроля производится на основе баллов, полученных студентом при выполнении контрольных и индивидуальных заданий. Данный вид деятельности оценивается отдельными баллами в рейтинг-листе.

**Образцы контрольных заданий
Функции нескольких переменных.**

Вариант N 1.

1. Найти область определения функций. Сделать чертеж. Дать ответ на вопрос: входят ли границы в эту область $z = \ln y + \sqrt{y - x}$.

2. Найти указанные производные

$$u = x^2 y^2 z + 2x - 3yz. \quad \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \frac{\partial u}{\partial y}, \quad \frac{\partial u}{\partial z}, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} = ?$$

3. Найти частные производные от неявно заданной функции

$$z = \sin^2 x + \cos^2 y + \operatorname{tg}^2 z. \quad \frac{\partial z}{\partial x}, \quad \frac{\partial z}{\partial y} = ?$$

4. Найти наибольшее и наименьшее значение функции $z = x^2 - xy + y^2$ в области $|x| + |y| \leq 1$

5. Проверить, удовлетворяет ли функция $u = x^2 F\left(\frac{x}{z}, \frac{x}{y}\right)$ уравнению

$$x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} + z \frac{\partial u}{\partial z} = 2u.$$

6. Определить, в каких точках поверхности $x^2 + y^2/5 - z^2 = 1$ нормаль параллельна вектору $\vec{s} = \{2, \sqrt{5}, 2\}$

**. Контрольная работа по теме
Кратные интегралы**

Вариант 1

1. Найдите $\frac{df}{dx}$, где $f(x) = \int_{-x}^x \frac{\operatorname{tg} xt}{t} dt$

2. Поменять порядок интегрирования. Найти площадь области. Сделать рисунок:

$$\int_0^{2\pi} dx \int_{x^2-2\pi x}^{1-\cos x} dy.$$

3. Вычислить интеграл $\iint_{(D)} \cos \sqrt{(x^2 + y^2)} dx dy$; $D: \{\pi^2 \leq x^2 + y^2 \leq 4\pi^2, \quad x \leq y \leq \sqrt{3}x\}$.

4. Найти объем тела, ограниченного поверхностями

а) $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \frac{z^2}{c^2} + 1, \quad \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 3;$

б) $z = 0, \quad z = xy^2, \quad y = x, \quad y + x = 2, \quad y = 1.$

в) $x^2 = y, \quad x^2 = 4 - 3y, \quad z = 0, \quad z = 9.$

5. В параболоиде $z - 10 - x^2/25 + y^2/215 = 0 \quad (z \geq 0)$ распределены массы с плотностью $\mu = 2 + 3z$. Найти давление параболоида на плоскость xOy

5. Вычислить $\iiint_{(V)} 136x dx dy dz,$

если V – объем, ограниченный плоскостями

$$5x - 3y + 4z = 1, \quad 5x - 3y + 4z = 2, \quad 4x + 5y - 3z = 1,$$

$$4x + 5y - 3z = 2, \quad -3x + 4y + 5z = 1, \quad -3x + 4y + 5z = 2.$$

7.3 Промежуточный контроль.

Данный вид контроля производится на основе баллов, полученных студентом на экзамене.

Образцы экзаменационных материалов

Учебная дисциплина
Мат. анализ



Ф ТПУ 7.1-21/01

Экзамен

Курс 1

ФТИ

Экзаменационный билет №1

Семестр 2 Курс I 20 /20 уч. год.

1. Условия независимости криволинейных интегралов второго рода от пути интегрирования на плоскости **(8 баллов)**
2. Экстремум функции нескольких переменных. Достаточные условия экстремума **(8 баллов)**
3. Найдите поверхностный интеграл $\iint_{\phi} z ds$, где ϕ часть сферы $x^2 + y^2 + z^2 = 1$, расположенная в первом октанте **(8 баллов)**
4. Вычислить

$$\iint_S x^6 dx dy,$$

где $S: y = x^3, y = 2x^3, ux^7 = 1, ux^7 = 3$. (8 баллов)

5. Найти наибольшее и наименьшее значение функции $z = 6 + \sqrt{x^2 + y^2}$ в области $x^2 + y^2 / 4 \leq 1$ (8 баллов)

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов)
- промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля дисциплины

9.1. Основная литература

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления (в 3-х томах) - Москва: Лань, 2009.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа (в 2-х томах).- Москва: Лань, 2008
3. В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов; Математический анализ : учебник: в 1,2 ч. / под ред. А. Н. Тихонова. — Москва: Проспект Изд-во МГУ, 2007.
4. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. - Екатеринбург: АТП, 2011.
5. Задачи и упражнения по математическому анализу (Под ред. Демидовича Б.П.) - Москва: АСТ Астрель, 2007.

9.2. Дополнительная литература

1. Терехина Л.И., Фикс И.И. Учебное пособие., «Высшая математика»— Томск, Изд. ТПУ, 2004 – 2014 г.г.
2. Терехина Л.И., Фикс И.И., Сборник индивидуальных заданий, «Высшая математика», части 1,2
3. Запорожец Г.Н. Руководство к решению задач по математическому анализу. - СПб. Лань, 2010
4. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. М.: ОНИКС: Мир и Образование, 2009.

5. Задорожный В.Н., Зальмеж В.Ф., Трифонов А.Ю., Шаповалов А.В. Высшая математика для технических университетов. IV. Ряды.- Томск: Изд. ТПУ, 2006, 2011
6. Задорожный В.Н. Зальмеж В.Ф. Трифонов А.Ю. Шаповалов А.В. Высшая математика для технических университетов. Часть III. Дифференциальное и интегральное исчисление. Часть III. 1. Дифференциальное исчисление функций одной переменной: учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2013
7. Задорожный В.Н. Зальмеж В.Ф. Трифонов А.Ю. Шаповалов А.В. Высшая математика для технических университетов. Часть III. Дифференциальное и интегральное исчисление. Часть III. 2. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. - Томск: Изд. ТПУ, 2013

9.3. Internet-ресурсы:

<http://portal.tpu.ru> - персональный сайт преподавателя дисциплины

<http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской Академии Наук

<http://mathnet.ru> – общероссийский математический портал

<http://lib.mexmat.ru> –электронная библиотека механико-математического факультета

МГУ

10. Материально-техническое обеспечение модуля дисциплины

Освоение модуля производится на базе учебных аудиторий учебных корпусов ТПУ. Аудитории оснащены современным оборудованием, позволяющим проводить лекционные и практические занятия.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 010302 «Прикладная математика и информатика

Программа одобрена на заседании кафедры ВММФ ФТИ ТПУ (протокол №185от «17» марта 2015 г.).

Авторы доцент кафедры ВММФ ФТИ ТПУ Зальмеж В.Ф.

Рецензент доцент кафедры ВММФ ФТИ ТПУ Цехановский И.А.