УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ФТИ ТПУ

___________ О. Ю. Долматов

«___» ____________2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УНИФИЦИРОВАННОГО МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)
НА 2015-2016 УЧЕБНЫЙ ГОД

МАТЕМАТИКА 2.1	
Предметная область	Математика
Приказ ректора о разработке учебных планов приема соответствующего года	№10917 от 19.10.12
Квалификация (степень)	бакалавр
Базовый учебный план приема (год)	2015
Курс	1
Количество кредитов	8
Код дисциплины	

Виды учебной деятельности	Временной ресурс (ОФ)
Лекции, ч	48
Практические занятия, ч	48
Лабораторные занятия ,ч	0
Аудиторные занятия, ч	96
Самостоятельная работа, ч	120
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации	ЭКЗАМЕН
Обеспечивающая кафедра	ВММФ, ВМ

Заведующий обеспечивающей кафедрой		Трифонов А.Ю.
Преподаватель		

Протокол согласования с руководителями ООП № ___ от « » _________ 2015 г.

2015 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины) Математика 2.1

Целями освоения дисциплины в области обучения, воспитания и развития, соответствующие целям ООП, являются:

- подготовка в области основ математических и естественнонаучных знаний, получение высшего профессионально-профилированного (на уровне бакалавра), углубленного профессионального (на уровне магистра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями,
- формирование знаний о математике, как особом способе познания мира и образе мышления, общности её понятий и представлений,
- приобретение опыта построения математических моделей и проведения необходимых расчётов в рамках построенных моделей; употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов,
- формирование социально-личностных качеств студентов: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникативности, толерантности, повышение общей культуры, готовности к деятельности в профессиональной среде

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина **Математика 2.1** входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла объединенного блока образовательных программ М2. Эта дисциплина является необходимой для освоения остальных дисциплин математического и естественнонаучного цикла и дисциплин профессионального цикла ООП.

Для освоения модуля (дисциплины) необходимо **знать:**

- курс “Математика 1.1”

Параллельно с данным модулем (дисциплиной) могут изучаться дисциплины гуманитарного, социального и экономического цикла, дисциплины естественнонаучного цикла, профессионального цикла и цикл «Физическая культура».

3. Результаты освоения модуля (дисциплины) Математика 2.1

Согласно декомпозиции результатов обучения по ООП в процессе освоения дисциплины с учетом требований ФГОС, критериев АИОР, согласованных с требованиями международных стандартов *EURACE* и *FEANI, а также* заинтересованных работодателей планируются следующие результаты:

Р1	Применять *глубокие* естественнонаучные, математические и инженерные *знания* для создания и обработки *новых* материалов
Р5	Проводить теоретические и экспериментальные *исследования* в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания *новых* материалов в *сложных* и *неопределенных* условиях
Р11	*Самостоятельно учиться* и непрерывно *повышать квалификацию* в течение всего периода профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины **Математика 2.1**
студент должен будет:

Знать

- место модуля среди других изучаемых дисциплин и его значение при изучении последующих курсов; (З-2.1)
- определение неопределенного интеграла и определенного интегралов, их физический и геометрический смысл, основные методы интегрирования; (З-2.2)
- определение несобственного интеграла I и II рода, сходимость несобственных интегралов; (З-2.3)
- определение двойного и тройного интеграла, их свойства и способы вычисления; (З-2.4)
- определение криволинейных и поверхностных интегралов, свойства и способы их вычисления; (З-2.5)
- основные понятия векторного анализа , формулы Грина, Остроградского-Гаусса и Стокса;; (З-2.6)
- классификацию дифференциальных уравнений; (З-2.7)
- основные методы решения дифференциальных уравнений первого и высших порядков; (З-2.8)
- методы решения систем дифференциальных уравнений; (З-2.9)

Уметь

- интегрировать рациональные, простейшие иррациональные, тригонометрические функции и дифференциальный бином; (У-2.1)
- применять определенный интеграл при нахождении площади плоской фигуры, объема тела вращения, площади поверхности вращения; (У-2.2)
- вычислять и исследовать на сходимость несобственные интегралы; (У-2.3)
- вычислять двойные и тройные интегралы в декартовых координатах, осуществлять замену переменных в кратных интегралах; (У-2.4)
- вычислять криволинейные и поверхностные интегралы; (У-2.5)
- находить потенциал, работу и поток векторного поля; (У-2.6)
- определять тип дифференциального уравнения и выбирать метод его решения; (У-2.7)
- находить общее решение изученных дифференциальных уравнений, ставить и решать задачу Коши; (У-2.8)
- решать системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; (У-2.9)
- работать с учебной и справочной литературой; (У-2.10)
- применять методы, изученные в курсе **Математика 2.1,** к решению инженерных, исследовательских и других профессиональных задач; (У-2.11)
- использовать полученные знания при усвоении учебного материала последующих дисциплин (У-2.12)

Владеть

- математической символикой для выражения количественных и качественных отношений объектов, (В-2.1)
- методами вычисления неопределенных и определенных интегралов; (В-2.2)
- методами вычисления кратных интегралов; (В-2.3)
- методами вычисления криволинейных и поверхностных интегралов; (В-2.4)
- методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений; (В-2.5)

В процессе освоения дисциплины у студента развиваются следующие компетенции:

В процессе освоения модуля дисциплины у студента развиваются следующие компетенции:

1. *Универсальные (общекультурные)*

- культура мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);
- способность представлять современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний (ОК-3);
- способность к личностному развитию (в том числе способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, а также критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков) и повышению профессионального мастерства (ОК-4);
- способность работать в многонациональном коллективе в кооперации с коллегами (ОК-5);
- способность осуществлять свою деятельность в различных сферах жизни на основе принятых в обществе моральных и правовых норм (ОК-6).

2. *Профессиональные* –

- способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);
- способность и готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-2);
- способность и готовность использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-3)
- способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-4)
- способность к обучению на втором уровне высшего профессионального образования, получению знаний по одному из профилей в области научных исследований и педагогической деятельности (ПК-5);

Критерий 5 АИОР

1.1 Применять *базовые и специальные* математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания *в широком* (в том числе междисциплинарном) контексте в *комплексной* инженерной деятельности.

1.2 Ставить и решать задачи *комплексного* инженерного анализа с использованием *базовых и специальных* знаний, современных аналитических методов и моделей.

1.3 Выполнять *комплексные* инженерные проекты с применением *базовых и специальных* знаний, *современных* методов проектирования для достижения *оптимальных* результатов, соответствующих техническому заданию *с учетом* экономических, экологических, социальных и других ограничений.

1.4 Проводить *комплексные* инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением *базовых и специальных* знаний и *современных* методов для достижения требуемых результатов.

4. Структура и содержание модуля (дисциплины) Математика 2.1

4.1. Наименование разделов модуля:

4.1.1. **Неопределенный интеграл.**

Понятие первообразной функции и неопределенного интеграла. Свойства неопределенного интеграла. Таблица интегралов. Непосредственное интегрирование. Метод замены переменной и метод интегрирования по частям. Интегрирование рациональных функций. Простейшие рациональные дроби и их интегрирование. Теорема о представлении правильной рациональной дроби в виде суммы конечного числа простейших дробей. Интегрирование выражений, содержащих тригонометрические функции. Интегрирование некоторых иррациональных функций. Подстановки Чебышева, Эйлера, тригонометрические.

4.1.2. **Определенный интеграл.**

Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Определение интегральной суммы Римана. Понятие определенного интеграла, его геометрический и физический смысл. Классы интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Вычисление определенного интеграла. Геометрические приложения определенного интеграла: вычисление площадей плоских фигур в декартовой и полярной системах координат. Определение и вычисление длины дуги плоской кривой. Вычисление объемов тел. Общая схема применения определенного интеграла к решению прикладных задач. Несобственные интегралы с бесконечными пределами. Определение, свойства. Признаки сходимости интегралов от неотрицательных функций. Абсолютная и условная сходимость. Несобственные интегралы от неограниченных функций. Теорема сравнения. Интеграл, зависящий от параметра.

4.1.3. **Кратные интегралы.**

Задачи, приводящие к понятию двойного интеграла. Определение двойного интеграла, геометрический и физический смысл. Теорема существования, свойства. Сведение двойного интеграла от непрерывной функции к повторному интегралу. Теорема о замене переменных в двойном интеграле. Задачи, приводящие к понятию тройного интеграла. Тройной интеграл, определение, свойства, вычисление в декартовой системе координат. Формулировка теоремы о замене переменных в тройном интеграле. Цилиндрические и сферические координаты. Приложение кратных интегралов: вычисление объемов тел и площадей фигур, решение задач механики и физики.

4.1.4. **Элементы векторного анализа.**

Криволинейные интегралы по длине дуги. Определение, свойства, физический смысл, вычисление. 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. Поверхностный интеграл по площади поверхности. Определение, формула для вычисления. Геометрический и физический смысл. Задача о вычислении потока векторного поля через поверхность. Определение, физический смысл, свойства и вычисление поверхностного интеграла по координатам. Теорема и формула Остроградского-Гаусса. Ориентация поверхности и направление обхода замкнутого контура. Теорема и формула Стокса. Векторное поле. Векторные линии. Оператор Гамильтона. Дифференциальные операции первого порядка в скалярном и векторных полях. Потенциальные поля. Теорема Гельмгольца. Дифференциальные операции второго порядка. Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Теорема о существовании и вычислении дивергенции. Свойства дивергенции, векторная запись формулы Остроградского-Гаусса. Соленоидальное поле. Векторная трубка. Основное свойство соленоидального векторного поля. Циркуляция и ротор векторного поля. Механический смысл ротора, его свойства. Векторная запись формулы Стокса. Интегро-дифференциальная форма уравнений электромагнитного поля.

4.1.5. **Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка.**

Дифференциальные уравнения первого порядка: основные определения и понятия. Существование и единственность решения задачи Коши. Особые решения. Уравнения с разделяющимися переменными и уравнения, приводящиеся к ним. Однородные уравнения. Способ решения. Уравнения, приводящиеся к однородным. Линейные уравнения. Методы решения: метод Лагранжа, метод Бернулли. Уравнение Бернулли и методы решения. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Простейшие типы уравнений, не разрешенных относительно производной

4.1.6. **Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков и системы обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Дифференциальные уравнения высших порядков: основные понятия и определения. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения. Определитель Вронского. Фундаментальная система решений. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами, построение фундаментальной системы решений. Уравнение Эйлера. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с произвольной правой частью. Метод Лагранжа (вариации постоянных). Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами со специальной правой частью. Системы дифференциальных уравнений: основные определения и понятия. Методы последовательного исключения неизвестных и интегрирующих комбинаций. Линейные однородные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Методы решения. Линейные неоднородные системы.

.

4.1. Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Структура модуля (дисциплины) **Математика 2.1**
по разделам и видам учебной деятельности

Название раздела/ темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Колл, контр. р.	Итого
	Лекции	Практ./сем. Занятия	Лаб. Зан.			
Неопределенный интеграл	8	8	0	22	2	40
Определенный интеграл	6	5	0	18	1	30
Кратные интегралы	6	6	0	16	2	30
Элементы векторного анализа	12	6	0	20	2	40
Обыкновенные дифференциальные уравнения I порядка	6	5	0	18	1	30
Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков и системы обыкновенных дифференциальных уравнений	10	8	0	26	2	46
Итого	48	38	0	120	10	216

5. Образовательные технологии

Для успешного освоения 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

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

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине 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;
- 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 дисциплине

6.2.1.Темы индивидуальных заданий:

1. Неопределенный интеграл.
2. Определенный интеграл.
3. Кратные интегралы
4. Криволинейные и поверхностные интегралы.
5. Элементы векторного анализа.
6. Дифференциальные уравнения и системы.

6.2.2 Темы работ выносимые на самостоятельную проработку:

1. Подстановки Эйлера.
2. Интеграл, зависящий от параметра.
3. Интегро-дифференциальная форма уравнений электромагнитного поля..

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 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 (дисциплины).

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

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

- Понятие неопределенного интеграла.
- Свойства неопределенного интеграла.
- Методы интегрирования: метод подведения под знак дифференциала, метод подстановки.
- Интегрирование по частям, основные классы функций, интегрируемых по частям.
- Интегрирование интегралов вида $\int\frac{\mathrm{dx}}{ax^2+bx+c}$, $\int\frac{Ax+B}{ax^2+bx+c}\mathrm{dx}$, $\int\frac{\mathrm{dx}}{\sqrt{ax^2+bx+c}}$, $\int\frac{(Ax+B)\,\mathrm{dx}}{\sqrt{ax^2+bx+c}}$.
- Интегрирование рациональных функций. Разложение правильной дроби на простейшие.
- Интегрирование простейших дробей. Рекуррентная формула.
- Интегрирование дробно-линейных иррациональностей.
- Интегрирование дифференциальных биномов (Теорема Чебышева).
- Нахождение интегралов вида $\int R\left(x,\sqrt{ax^2+bx+c}\right)\mathrm{dx}$ при помощи тригонометрических подстановок.
- Интегралы вида $\int R(\sin x,\cos x)\,\mathrm{dx}$. Универсальная тригонометрическая подстановка.
- Нахождение интегралов вида $\int\sin^m x\cdot\cos^n x\,\mathrm{dx}$.
- Интегралы вида $\int R(\sin x,\cos x)\,\mathrm{dx}$. Частные тригонометрические подстановки.
- “Неберущиеся” интегралы.

- Задача о вычислении площади криволинейной трапеции. Понятие определенного интеграла. Суммы Римана.
- Классы интегрируемых функций.
- Свойства определенного интеграла.
- Теоремы об оценке определенного интеграла. Теорема о среднем.
- Интеграл с переменным верхним пределом.
- Формула Ньютона-Лейбница .
- Методы интегрирования определенных интегралов: метод подстановки и метод интегрирования по частям.
- Учет симметрии функций в определенном интеграле. (Четность, нечетность, периодичность).
- Несобственные интегралы I рода (интегралы с бесконечными пределами). Определение, геометрический смысл.
- Несобственные интегралы II рода (интегралы от неограниченных функций). Определение, геометрический смысл.
- Признаки сходимости несобственных интегралов I рода.
- Признаки сходимости несобственных интегралов II рода.
- Абсолютная сходимость несобственных интегралов.
- Приложение определенного интеграла для вычисления площадей фигур в декартовой и полярной системах координат.
- Приложение определенного интеграла для вычисления объема тела вращения, работы переменной силы, длины дуги кривой.
- 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.
- Скалярное поле. Производная по направлению.
- Градиент, его свойства. Инвариантное определение градиента.
- Векторное поле. Поток векторного поля через поверхность, его физический смысл.
- Формула Остроградского.
- Дивергенция векторного поля, ее физический смысл. Инвариантное определение дивергенции. Свойства дивергенции.
- Соленоидальное поле, его основные свойства.
- Криволинейный интеграл по длине дуги, его свойства и физический смысл.
- Криволинейный интеграл по координатам, его свойства и физический смысл
- Циркуляция векторного поля, ее гидродинамический смысл.
- Формула Стокса.
- Ротор векторного поля, его свойства. Инвариантное определение ротора.
- Условия независимости криволинейного интеграла от формы пути интегрирования.
- Потенциальное поле. Условия потенциальности.
- Понятие поверхностного интеграла 1-го рода.
- Понятие поверхностного интеграла 2-го рода.

- Дайте определение дифференциального уравнения первого порядка, его частного и общего решения.
- Что такое задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка?
- Какие обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка называются уравнениями с разделёнными и с разделяющимися переменными? Как они решаются?
- Какие обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка называются однородными? Как они решаются?
- Какие обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка называются линейными? Перечислите методы решения
- Как решается уравнение Бернулли?
- Какие обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка называются уравнениями в полных дифференциалах? Как они решаются?
- Что такое задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков? Когда она имеет единственное решение?
- Перечислите основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков, допускающих понижение порядка.
- Дайте определение линейного дифференциальные уравнения n - го порядка. Перечислите основные свойства частных решений однородного уравнения.
- Сформулируйте теоремы о вронскиане.
- Сформулируйте теорему о структуре общего решения неоднородного линейного дифференциальные уравнения
- В чем состоит метод Лагранжа отыскания частного решения неоднородного линейного дифференциальные уравнения?
- Схема построения фундаментальной системы решений однородного линейного дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами
- Перечислите методы отыскания частных решений неоднородного линейного дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами
- Дайте определение нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений n-го порядка. Сформулируйте задачу Коши для такой системы.
- Изложите методы исключения и характеристического уравнения отыскания общего решения системы линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами.

7.1.2. Индивидуальные задания

<u>Пример варианта индивидуальных заданий.</u>

Неопределенный интеграл

1. $\int \frac{\sin x}{7+3\cos^2 x}\,dx$

2. $\int \frac{x+\operatorname{arctg}^3 x}{1+x^2}\,dx$

3. $\int \frac{dx}{x\,(3+7\ln x)^4}$

4. $\int \frac{5^{\arcsin x}}{\sqrt{1-x^2}}\,dx$

5. $\int \frac{dx}{\sqrt{x}(1+\sqrt{x})}$

6. $\int \frac{81^x-3^x}{9^x}\,dx$

7. $\int \frac{e^{2x}dx}{e^{4x}-5}$

8. $\int \frac{1-2x}{\sqrt{1+4x^2}}\,dx$

9. $\int e^x\left(2-\frac{e^{-x}}{\sqrt{x}}\right)\,dx$

10. $\int (3-2x)^7\,dx$

11. $\int \operatorname{arctg} x\,dx$

12. $\int (3x-5)\cos x\,dx$

13. $\int x^2\cdot e^{-3x}\,dx$

14. $\int (x+2)\cdot\ln^2 x\,dx$

15. $\int \frac{\arcsin\sqrt{x}}{\sqrt{1-x}}\,dx$

16. $\int \sin(\ln x)\,dx$

17. $\int \frac{dx}{x^2+3x+5}$

18. $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2-6x-7}}$

19. $\int \frac{(x-8)\,dx}{\sqrt{3+2x-x^2}}$

20. $\int \frac{(3x-1)\,dx}{4x^2-4x+7}$

21. $\int \frac{3x^3+x^2+5x+1}{x^3+x}\,dx$

22. $\int \frac{dx}{x^4-x^2}$

23. $\int \frac{(x+2)dx}{x^3-2x^2+2x}$

24. $\int \frac{x^2-x}{(x+3)^3}\,dx$

25. $\int \frac{dx}{x\sqrt{x-2}}$

26. $\int \frac{\sqrt[4]{x}+\sqrt{x}}{\sqrt{x}+1}\,dx$

27. $\int \frac{(x+2)^2}{\sqrt{x-1}}\,dx$

28. $\int \sqrt[3]{x}\left(1-\sqrt[3]{x}\right)^3\,dx$

29. $\int \frac{dx}{x^2\sqrt{1-x^2}}$

30. $\int \frac{dx}{x^4\cdot\sqrt{1+x^2}}$

31. $\int \frac{dx}{\cos^3 x\,\sin^3 x}$

32. $\int \frac{dx}{3\cos^2 x-5\sin^2 x}$

33. $\int \sin 5x\cos 3x\,dx$

34. $\int \operatorname{tg}^3 x\,dx$

35. $\int \cos^4\frac{x}{3}\,dx$

36. $\int \frac{dx}{4+5\sin x}$

37. $\int \operatorname{arctg}\sqrt{x}\,dx$

38. $\int \frac{dx}{e^x+3}$

1. Вычислить определённые интегралы

1) $\int\limits_0^1 \frac{2^{\operatorname{arctg} x}}{1+x^2}\,dx$ 2) $\int\limits_{-1}^3 \ln(2x^2+3)\,dx$ 3) $\int\limits_0^1 \frac{dx}{\sqrt{x-x^2+2}}$

4) $\int\limits_{\pi/6}^{\pi/4} \frac{\cos^5 x}{\sin^4 x}\,dx$ 5) $\int\limits_2^3 \frac{x+2}{x^2(x+1)}\,dx$ 6) $\int\limits_1^3 \frac{dx}{x^2\,\sqrt{9+x^2}}$

2. Найти среднее значение функций в указанных интервалах

1) $y=\cos^3 x$, $[0;\ \pi/4]$, 2) $y=\frac{1}{\sqrt[5]{3-4x}}$, $[-3/4;\ 0]$

3. Оценить значения интегралов

1) $\int\limits_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1+x^3}}$ 2) $\int\limits_3^4 \frac{dx}{\sqrt[3]{\ln x}}$

4. Исследовать на сходимость несобственные интегралы

1) $\int\limits_0^\infty x\ \sin x\,dx$ 2) $\int\limits_0^{\pi/6} \frac{\cos 3x\ dx}{\sqrt{(1-\sin 3x)^5}}$

3) $\int\limits_0^\infty \frac{dx}{\sqrt{2x^6+3x^2+5}}$ 4) $\int\limits_0^1 \frac{dx}{e^{\sqrt{x}}-1}$

5. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями

1) $\left|\begin{array}{l} y=x^2, \\ y-x=2. \end{array}\right.$ 2) $\left|\begin{array}{l} \rho=\cos\varphi, \\ \rho=2\cos\varphi. \end{array}\right.$ 3) $\left|\begin{array}{l} x=9(t-\sin t), \\ y=9(1-\cos t), \\ y=0, \quad 0\le t\le 2\pi. \end{array}\right.$

6. Найти объёмы тел, образованных вращением фигур, ограниченных указанными линиями: 1) – вокруг оси OX, 2) – вокруг оси OY :

1) $\left|\begin{array}{l} x=\sqrt[3]{y-2}, \\ y=1, \quad x=1. \end{array}\right.$ 2) $\left|\begin{array}{l} x=2\cos t, \\ y=3\sin t. \end{array}\right.$

7. Вычислить длины дуг линий

1) $L:\left|\begin{array}{l} y=1-\ln(\cos x), \\ 0\le x\le \pi/6. \end{array}\right.$ 2) $L:\left|\begin{array}{l} y=2(\cos t+t\ \sin t), \\ x=2(\sin t-t\ \cos t), \quad 0\le t\le\pi. \end{array}\right.$

8. Определить работу, затрачиваемую на перенос электрического заряда q из бесконечности в точку $A(0;1)$ электрического поля заряда Q, сосредоточенного в начале координат.

1. В двойном интеграле $\iint\limits_{(D)} f(x;y)\,dx\,dy$ перейти к повторному и расставить пределы интегрирования по области (D), ограниченной линиями:

$$1)\ \ x^2 = y+2, \qquad x^2+y=0.$$
$$2)\ \ y = x^{2/3}, \quad y = 1-\sqrt{4x-x^2-3}, \quad y=0.$$

2. Изменить порядок интегрирования в интеграле

$$J = \int\limits_0^1 dx \int\limits_0^{x^2} f(x,y)\,dy + \int\limits_1^{\sqrt{2}} dx \int\limits_0^{\sqrt{2-x^2}} f(x,y)\,dy.$$

3. Перейти к полярным координатам и вычислить

$$\iint\limits_{(D)} (x^2+y^2)\,dx\,dy, \qquad D: \{(x^2+y^2)^2 \le (x^2-y^2)\}.$$

4. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями

$$1)\ \ y=\cos x; \quad y = \sin x; \quad (x \ge 0).$$
$$2)\ \ x^2+y^2=1; \quad x+y=1; \quad (x>0; \quad y>0).$$

5. Вычислить массу пластинки, занимающей область (D), при заданной поверхностной плотности $\delta(x;y)$

$$1)\ \ D:\ \{y\ge -x; \ \ y \ge x, \ \ 0 \le y \le 1\}, \quad \delta(x;y) = \sqrt{1-y}.$$
$$2)\ \ D:\ \{x^2+y^2 \le 9, \ \ -x \le y \le x\}, \quad \delta(x;y) = x\,y^2.$$

6. Записать тройной интеграл $\iiint\limits_{(V)} f(x;y;z)\,dx\,dy\,dz$

в виде повторного и расставить пределы интегрирования по области (V), ограниченной поверхностями:

$$1)\ \ x=2, \quad y=4x, \quad y=3\sqrt{x}, \quad z=4, \quad z\ge 0.$$
$$2)\ \ z=2(x^2+y^2), \quad z=4-2(x^2+y^2).$$

7. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностями:

$$1)\ \ z=4-x^2, \quad y=5, \quad y=0, \quad z=0.$$
$$2)\ \ z=\sqrt{R^2-x^2-y^2}, \quad y=x/\sqrt{3}, \quad y=x, \quad z=0, \quad (x>0, \quad y>0).$$

8. Вычислить массу тела, занимающего область

$$V:\ \{2\sqrt{x^2+y^2} \le z \le 2, \quad -y \le x \le y\},$$

если задана объемная плотность $\gamma(x;y;z) = y\sqrt{x^2+y^2}$.

1. Вычислить криволинейный интеграл $\int\limits_{(L)} (x^2+y^2)^{-3/2}\, dl$,

где L – часть спирали $\rho \cdot \varphi = 1$, $\varphi \in [\sqrt{3};\ 2\sqrt{2}]$.

2. Найти массу линии $\begin{cases} x = \ln(1+t^2) \\ y = 2\mathrm{arctg}\ t - t, \end{cases}$ где $t \in [0;1]$,

если линейная плотность $\delta(x;y) = y \cdot e^{-x}$.

3. Найти координаты центра тяжести дуги однородной кривой $y = 0,5\left(e^x + e^{-x}\right)$ при условии, что $-1 \le x \le 1$.

4. Вычислить $\iint\limits_{(S)} z\ d\sigma$, где (S)– часть плоскости $z = x$, ограниченной плоскостями $x+y=1$, $y=0$, $z=0$.

5. Найти площадь части конической поверхности $x^2+y^2=z^2$, вырезанной цилиндром $x^2+y^2=2x$.

6. Найти массу части сферы $x^2+y^2+z^2=9$, $x \ge 0$, $y \ge 0$; $z \ge 0$, если поверхностная плотность $\delta(x;y;z) = x\,z$.

7. Вычислить $\int\limits_{(L)} (1-x^2)\,y\,dx + x\,(1+y^2)\,dy$, где L– окружность

$x^2+y^2=4$, пробегаемая в положительном направлении.

8. Доказать, что выражение $(x^2+2xy-y^2)\,dx + (x^2-2xy-y^2)\,dy$ является полным дифференциалом функции $U(x;y)$, и найти эту функцию.

9. Вычислить $\iint\limits_{(S)} x\ dy\ dz$, где (S)– внутренняя часть поверхности $x^2+y^2=1-z$ (во втором октанте).

10. Вычислить $\iint\limits_{(S)} xz\ dydz + xy\ dxdz + yz\ dxdy$, где (S)– внешняя сторона поверхности, расположенной в первом октанте и составленной из цилиндра $x^2+y^2=9$ и плоскостей $x=0$, $y=0$, $z=0$, $z=2$.

ЗАДАНИЕ N 13 Вариант 1

Скалярное и векторное поле

1. Найти работу силового поля $\vec{F} = (x^2 + 2y) \cdot \vec{i} + (y^2 - 2x) \cdot \vec{j}$ вдоль дуги кривой $L:\ y = 2 - \dfrac{x^2}{8}$, между точками $A(-4;\ 0)$ и $B(0;\ 2)$.

2. Найти работу силового поля $\vec{F} = z \cdot \vec{i} - x \cdot \vec{j} + y \cdot \vec{k}$ вдоль дуги кривой $L:\ x = 3\cos t, \quad y = 4, \quad z = 3\sin t, \quad t \in [0;\ \pi/2]$.

3. Найти поток векторного поля $\vec{A}$ через поверхность S в сторону внешней нормали

1) $\vec{A} = \{2x;\ \ y;\ \ -3z\}$, S – часть плоскости $x + y + z = 1$, вырезанной координатными плоскостями.

2) $\vec{A} = (3z^2 + x) \cdot \vec{i} + e^x \cdot \vec{j} + e^y \cdot \vec{k}$, S – полная поверхность конуса $x^2 + y^2 = z^2, \quad z = 4$.

3) $\vec{A} = x^2 \cdot \vec{i} + x \cdot \vec{j} + xz \cdot \vec{k}$, S – полная поверхность четверти параболоида $x^2 + y^2 = z, \quad z = 1, \quad x = 0, \quad y = 0$.

4. Найти модуль циркуляции векторного поля $\vec{A}$ вдоль контура L

1) $\vec{A} = \{y^2;\ (x+y)^2\}$,
L – контур треугольника $\triangle ABC$ с вершинами в точках $A(2;\ 0)$, $B(2;\ 2)$, $C(0;\ 2)$.

2) $\vec{A} = yz \cdot \vec{i} + 2xz \cdot \vec{j} + xy \cdot \vec{k}$, L – линия пересечения полусферы $z = \sqrt{25 - x^2 - y^2}$ и цилиндра $x^2 + y^2 = 9$.

5. Проверить, будет ли векторное поле $\vec{A} = \{2x + ze^x;\ 2y;\ e^x - 2z\}$ потенциальным. В случае положительного ответа найти его потенциал.

6. Построить линии уровня скалярного поля $U(x;\ y) = y - \sqrt{x + 2}$.

7. Найти производную скалярного поля $U(x; y; z) = 4\ln(3 + x^2) - 8xyz$ в точке $M_o(1;\ 1;\ 1)$ в направлении вектора $\vec{a} = \{4; -2; 3\}$.

8. Найти величину и направление вектора наибольшей скорости изменения температурного поля $T(x;\ y;\ z) = (x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}$ в точках $M_1(1;\ 1;\ 1)$ и $M_2(0;\ -2;\ -1)$

1. Найти общие решения уравнений первого порядка

1) $y' - \dfrac{y}{x} = \dfrac{1}{\sin(y/x)}$.
2) $y' + y\cos x = \cos x$.
3) $y' + y = x\sqrt{y}$.
4) $\dfrac{e^{-x^2}dy}{x} + \dfrac{dx}{\cos^2 y} = 0$.
5) $(3x^2 + 6xy^2)\,dx + (6x^2y + 4y^3)\,dy = 0$.
6) $2(4y^2 + 4y - x)\,y' = 1$.

2. Найти частные решения уравнений

1) $\sqrt{y^2+1}\,dx = x\,y\,dy$, $\quad y(1) = 0$.
2) $(x-y)\,dx + (x+y)\,dy = 0$, $\quad y(1) = 1$.
3) $xy' - 2y = 2x^4$, $\quad y(1) = 0$.
4) $y' + xy = (1+x)\,e^{-x}\cdot y^2$, $\quad y(0) = 1$.

3. Найти решения уравнений высшего порядка

1) $2xy'y'' = y'^2 - 1$.
2) $y'' = y'\,e^y$, $\begin{array}{l} y(0)=0, \\ y'(0)=1 \end{array}$.
3) $y''\cos^2 x = 1$.
4) $y'' + y' = \cos x$.
5) $y'' + y = \dfrac{2+\cos^3 x}{\cos^2 x}$.
6) $y'' + 2y' + y = x\,e^x + \dfrac{1}{x\,e^x}$.
7) $y'' + 2y' + y = (12x - 10)\,e^{-x}$.
8) $y'' - 3y' = 2\sin 3x - \cos 3x$.
9) $y''' - 4y'' + 5y' - 2y = (16 - 12x)e^{-x}$.
10) $y''' + 3y'' + 2y' = 1 - x^2$.
11) $x^2\,y'' + xy' + y = 0$,
12) $x^2\,y'' - 6y = 12\ln x$.
13) $\ddot{x} + 2\dot{x} + 5x = -8e^{-t}\,\sin 2t$, $\quad x(0) = 2,\ \ \dot{x}(0) = 6$.
14) $\ddot{x} - 6\dot{x} + 25x = 9\sin 4t - 24\cos 4t$, $\quad x(0) = 2,\ \ \dot{x}(0) = -2$.

4. Найти решения линейных систем

1) $\left\{\begin{array}{l} \dot{x} = -8x + 4y \\ \dot{y} = 3x - 4y \end{array}\right.$.
2) $\left\{\begin{array}{l} \dot{x} = 6x + 5y \\ \dot{y} = -x + 2y \end{array}\right.$, $\quad \begin{array}{l} x(0) = 0 \\ y(0) = 1. \end{array}$

3) $\left\{\begin{array}{l} \dot{x} = 5x - 2y \\ \dot{y} = 2x + y \end{array}\right.$.
4) $\left\{\begin{array}{l} \dot{x} = 6x + 4y + 2t \\ \dot{y} = -x + 10y - 1 \end{array}\right.$.

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

Контрольная работа №1 по теме «Неопределенный интеграл»
ВАРИАНТ №1

1. $\int \frac{xdx}{\sqrt{2x^2+3}}$.
2. $\int \frac{\sin 3xdx}{\sqrt[3]{\cos^4 3x}}$.
3. $\int \frac{dx}{arctgx(1+x^2)}$.
4. $\int \frac{e^{2x}dx}{e^{2x}+2}$.
5. $\int x\sqrt{1-x^2}dx$.
6. $\int (1+x)\sin 2x\,dx$.
7. $\int \frac{xdx}{(x+1)(x+3)(x+5)}$.
8. $\int \frac{\sin^4 x}{\cos^6 x}dx$.
9. $\int \frac{\sqrt{x}dx}{\sqrt{\sqrt{x^3}+4}}$.

Контрольная работа №2 по теме «Определенный интеграл»
ВАРИАНТ №1

1. Вычислить определенные интегралы.

а) $\int_0^{\pi}(2x+\sin 2x)dx$ б) $\int_{1/2}^{1}\sqrt{4x-2}dx$

в) $\int_0^1 xe^x$ г) $\int_1^3 \frac{dx}{x^2+x}$

2. Вычислить несобственные интегралы или установить их расходимость:

а) $\int_3^{\infty}\frac{x^2dx}{x^2+4}$ б) $\int_0^1 \frac{\ln x}{\sqrt{x}}dx$

3. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями:

а) $y = x^3$, $y = x^2$, $x = -2$, $x = 1$.

б) $\rho = 3-2\cos\varphi$, $\beta = \frac{1}{2}$

4. Вычислить длину дуги кривой $y = 1- \ln \sin x$, от $x = 0$ до $x = \frac{\pi}{4}$

Контрольная работа №3 по теме «Кратные интегралы»
ВАРИАНТ №1

1. Изменить порядок интегрирования:

$$\int_0^1 dx \int_{x-4}^{4-x} f(x,y)dy$$

2. Расставить границы интегрирования

$$\iint_D f(x,y)dxdy \qquad D: \quad y = x, \quad y = 2x, \quad x+y = 6$$

3. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями: $x^2 + y^2 - 2x = 0$, $y = x$, $y = 0$.

4. Найти объем тела, ограниченного указанными поверхностями: $x^2 + y^2 - 8x = 0$, $x^2 + y^2 = z^2$, $z = 0$.

5. Найти массу тела, ограниченного поверхностями : $x^2 + z^2 = 1$, $y = 0$, $y = 1$, если $\rho(x, y,z) = k(x^2 + y^2 + z^2)$.

Контрольная работа №4 по теме «Элементы векторного анализа»
ВАРИАНТ №1

1. Вычислить криволинейный интеграл 1[го] рода
$$\int_{(L)} (1+x^2)dl, \text{ где } L: x^2 + y^2 = ay \ .$$
2. Вычислить работу силового поля. Проверить зависит ли интеграл от траектории интегрирования? Если не зависит, то упростить вычисления.
$$\int_{(L)} (xy-1)dx + x^2y^2dy, \text{ где } L: AB; A(1,0); B(0,2).$$
3. Вычислить поверхностный интеграл $\iint_{(S)} dS$, где **S** – часть плоскости $x+y+z=a$, заключенная в первом октанте.
4. Найти поток векторного поля $\vec{A} = 4\vec{i} - 9\vec{j}$ через внешнюю сторону поверхности параболоида вращения $y = x^2 + z^2$, огранич. плоскостью $y = 4$, при $x \le 0, z \ge 0$.
5. $\vec{A} = (x+\ln|z|)\vec{i} + (y+\ln|x|)\vec{j} + (z+\ln|y|)\vec{k}$. $\operatorname{div}\vec{A} = ?$, $\operatorname{rot}\vec{A} = ?$

Вариант № 1
Контрольная работа № 5 по теме «Дифференциальные уравнения 1 –го порядка»

1. **Определить тип и найти общие решения данных уравнений**:
3. $(y + y\ln x)dx - (x - xy)dy = 0.$

2. $y' + \frac{2x}{1+x^2}y = \frac{2x^2}{1+x^2}.$

3. $(xy^2 + \frac{x}{y^2})dx + (x^2y - \frac{x^2}{y^3})dy = 0.$

2. **Найти частные решения уравнений:**

4. $xy' - y = x\,\mathrm{tg}\left(\frac{y}{x}\right), \quad y(1) = 1.$

5. $e^y dx = (2y - xe^y)dy, \quad y(-1) = 0.$

Контрольная работа № 6 по теме «Дифференциальные уравнения высшего порядка и системы ДУ»

I) **Определить тип и найти общие решения данных уравнений**:

1) $\boldsymbol{y'' = y' + x.}$

2) $\boldsymbol{y'' - 2y' + y = \frac{e^x}{x^2}.}$

II) Решить задачу Коши:

1) $\boldsymbol{yy'' + (y')^2 = 0.} \quad y(1) = 1,\ y'(1) = 1.$

2) $\boldsymbol{y'' - y' = e^{-x} + 2x.} \quad y(0) = 1,\ y'(0) = 1.$

3) $\begin{cases} \boldsymbol{\frac{dx}{dt} = y,} \\ \boldsymbol{\frac{dy}{dt} = -x.} \end{cases} \quad \boldsymbol{x(0) = 1;\ y(0) = -1.}$

7.2. Промежуточный контроль. Данный вид контроля производится на основе баллов, полученных студентом при сдаче зачета или экзамена.

Образцы зачетных и экзаменационных материалов

ЭНИН **Экзамен** **курс 1**

Вариант 1

1. Свойства определённого интеграла, их геометрическая иллюстрация.
2. Дивергенция векторного поля , её основные свойства, физический смысл, вычисление. Формула Остроградского - Гаусса в векторной форме.
3. Вычислить неопределённые интегралы: $\int \frac{\mathrm{arctg}\,x + x}{1+x^2}dx.,\ \int\ 4-3x\ \ e^{-3x}dx.$
4. Вычислить площадь фигуры, ограниченной графиками функций: $y = \ x-2\ ^3,$ $y = 4x - 8.$

5. Пластинка D задана ограничивающими ее кривыми, μ - поверхностная плотность. Найти массу пластинки.

$$D:\ x = 1,\ y = 0,\ y^2 = 4x \quad y \geq 0\ ;$$

$$\mu = 7x^2 + y.$$

6. Найти модуль циркуляции векторного поля $\mathbf{a}$ вдоль контура $\mathbf{\Gamma}$.

$$\mathbf{a} = \ x^2 - y\ \ \mathbf{i} + x\mathbf{j} + \mathbf{k},$$

$$\mathbf{\Gamma}:\ \begin{cases} x^2 + y^2 = 1, \\ z = 1. \end{cases}$$

7. Найдите общее решение следующих дифференциальных уравнений

а) $xy' = y + x$ в) $x^2 y' = xy + y$

Дата

«Утверждаю», зав. кафедрой ВММФ Трифонов А.Ю.

Составили Болтовский Д.В.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление (в 2-х томах) - М. Наука, Математический анализ:1967, 1978, 1985, 1986 гг. – 1031 с. - 2710 экз.
2. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа (в 3-х томах).- М. Наука, 1970, 1981, 1988 гг. – 1639 с.
3. Никольский С.М. Курс математического анализа (в 2-х томах).- М. Наука, 1975, 1983, 1990 гг. - 822 с.
4. Бугров Я.С., Никольский С.М. Дифференциальное и интегральное исчисление. - М. Наука, 1980,1984,1988 гг. -432 с.
5. Бугров Я.С., Никольский С.М. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. - М. Наука, 1981,1985,1988,1989 гг. -448 с.
6. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа. - М. Наука, 1972, 1975, 1977, 1985 гг. - 416 с.
7. Задачи и упражнения по математическому анализу (Под ред. Демидовича Б.П.) - М. Наука, 1972, 1978, 1990 гг. - 479 с

8.2. Дополнительная литература

1. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа (в 2-х томах).- М. Наука, 1960, 1968 гг. - 903 с.
2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления (в 3-х томах) - М. Наука, 1962, 1970 гг. - 2063 с.
3. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – Ижевск, Ижевская республиканская типография, 2000

4. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. - М: Наука, 1969
5. Задорожный В.Н., Зальмеж В.Ф., Трифонов А.Ю., Шаповалов А.В. Высшая математика для технических университетов. V. Дифференциальные уравнения.- Томск: Изд. ТПУ, 2007
6. Запорожец Г.Н. Руководство к решению задач по математическому анализу. - М. Высшая школа, 1966 г. –460 с.
7. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. - М. Высшая школа, 1980, 1986 гг. - 718 с.
8. Терехина Л.И., Фикс И.И. Учебное пособие., «Высшая математика» части 3,4. — Томск, Изд. ТПУ, 2004 – 2009 г.г.
9. Терёхина Л.И., Фикс И.И., Сборник индивидуальных заданий, «Высшая математика», части 2 , 3.

8.3. 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

http://free-math.ru/ - Сайт о математике.

http://www.mccme.ru/ - Сайт МЦНМО. База олимпиадных задач, книги и др.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины 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 и профилю подготовки « »

Программа одобрена на заседании кафедры ВМ ФТИ ТПУ (протокол № от « » 2013 г.).

Авторы доцент кафедры ВММФ ФТИ ТПУ Болтовский Д.В.

Рецензент доцент кафедры ВММФ ФТИ ТПУ Зальмеж В.Ф..