

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Институт физических исследований и технологий

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

03.03.02 Физика

**Квалификация (степень) выпускника
бакалавр**

1. Цели и задачи дисциплины: овладение основными понятиями и методами следующих разделов математического анализа: действительные числа, дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и многих переменных, ряды, теория поля; выработка навыков решения задач по указанным разделам; развитие логического мышления.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Математический анализ» относится к базовой части блока Б1.О.01.06 учебного плана. В таблице №1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица №1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1.	ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	Аналитическая геометрия, линейная алгебра	Дифференциальные уравнения, дисциплины модуля “Общая физика”, дисциплины модуля “Теоретическая физика”

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: действительные числа, пределы, производные, неопределенные интегралы, определенные интегралы, ряды, кратные, криволинейные, поверхностные интегралы, теорию поля.

Уметь: формулировать и доказывать теоремы, самостоятельно решать классические задачи математического анализа.

Владеть: навыками практического использования математических методов при анализе различных задач.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 15 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры						
		1	2	3	4	5	6	
Аудиторные занятия (всего)		45	40	36	32	36	32	
В том числе:								
Лекции		18	16	18	16	18	16	
Практические занятия (ПЗ)								
Семинары (С)		27	24	18	16	18	16	
Лабораторные работы (ЛР)								
Самостоятельная работа (всего)		27	68	36	40	72	76	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	12			4	4	4		
Общая трудоемкость	час	540	72	108	72	72	108	108
	зач. ед.	15	2	3	2	2	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Часть 1. Элементы теории множеств.

Понятие множества. Операции над множествами. Отображения множеств. Образы и прообразы отображений. Мощность множества. Счетные множества. Доказать, что множество всех рациональных чисел счетно. Теорема Кантора о мощности множества всех подмножеств данного множества. Мощность континуума.

Часть 2. Теория действительного числа.

Натуральные числа. Множество действительных чисел. Модуль действительного числа. Ограниченные сверху множества. Ограниченные снизу множества. Ограниченные множества. Верхние и нижние грани. Точная верхняя и точная нижняя грани. Свойства точной верхней и точной нижней грани. Теорема о существовании точной верхней и точной нижней грани.

Часть 3. Теория пределов числовых последовательностей.

Числовая последовательность и ее предел. Бесконечно малая величина и ее связь с пределом числовой последовательности. Свойства сходящихся числовых последовательностей. Бесконечно большие величины. Их связь с бесконечно малыми величинами. Предельный переход в равенстве и неравенстве. Леммы о бесконечно малых величинах. Арифметические действия над сходящимися последовательностями. Монотонные последовательности и их пределы. Число e . Критерий Коши. Частичные пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса о существовании частичных пределов. Верхние и нижние пределы.

Часть 4. Теория пределов функций.

Предел функции в точке. Предел по Коши и по Гейне; их эквивалентность. Первый замечательный предел. Второй замечательный предел. Распространение теории пределов с последовательностей на функции (свойства пределов). Предел монотонных функций. Критерий Коши. Сравнение бесконечно малых. Шкала бесконечно малых. Эквивалентные бесконечно малые. Замена бесконечно малых в отношениях.

Часть 5. Теория непрерывных функций.

Непрерывность функции в точке; непрерывность функции на множестве. Свойства непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонняя непрерывность. Классификация разрывов. Суперпозиция непрерывных функций. Существование обратной функции. Понятие равномерной непрерывности. Теорема Кантора.

Часть 6. Дифференциальное исчисление.

Производная и ее свойства. Ее геометрический смысл. Таблица производных. Производная обратной функции. Производная суммы, произведения, частного. Производная сложной функции. Односторонние производные. Бесконечные производные. Дифференцируемость функции. Дифференциал. Его геометрический смысл. Связь между производной и дифференциалом. Инвариантность формы первого дифференциала. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши; их геометрическая трактовка. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Формула Тейлора для многочленов. Формула Тейлора для функций. Остаточные члены формулы Тейлора в виде Пеано, Лагранжа, Коши. Исследование хода изменения функции. Постоянство, монотонность. Экстремумы. Локальные максимумы и минимумы. Необходимые условия экстремума. Стационарные точки. Достаточные условия экстремума. Выпуклость и вогнутость. Геометрическая трактовка. Необходимое условие. Достаточные условия выпуклости. Точки перегиба. Необходимые условия перегиба. Достаточные условия перегиба. Привлечение высших производных. Построение графиков функций. Общая схема. Асимптоты - горизонтальные, вертикальные и наклонные. Правила Лопиталя.

Часть 7. Первообразная и неопределенный интеграл.

Неопределенный интеграл, определение и простейшие свойства. Таблица основных интегралов. Простейшие правила интегрирования. Интегрирование путем замены переменных. Интегрирование по частям. Интегрирование рациональных выражений. Интегрирование некоторых иррациональных функций. Интегрирование выражений $R(\sin x, \cos x)$: универсальная подстановка, другие подстановки.

Часть 8. Определенный интеграл.

Определение, необходимое условие существования определенного интеграла. Суммы Дарбу. Необходимое и достаточное условие существования определенного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства определенных интегралов. Свойства интегрируемых функций. Теоремы о среднем. Определенный интеграл как функция верхнего предела. Основная теорема интегрального исчисления. Замена переменных в определенном интеграле. Приложения интеграла Римана: длина кривой, площадь, объем тела вращения. Несобственные интегралы. Сходимость несобственных интегралов от положительных

функций. Сходимость интеграла в общем случае: абсолютная сходимость. Условная сходимость.

Часть 9. Функции многих переменных.

Область определения функции. Предел функции нескольких переменных. Повторные пределы. Непрерывность функции нескольких переменных. Операции над непрерывными функциями. Частные производные и частные дифференциалы. Полное приращение функции. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Полный дифференциал. Достаточные условия дифференцируемости. Геометрическая интерпретация первого дифференциала (для функции двух переменных). Производная от сложной функции. Производная по заданному направлению. Инвариантность формы (первого) дифференциала. Производные высших порядков. Теорема о смешанных производных. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции нескольких переменных. Экстремумы функции нескольких переменных: необходимые условия экстремума, достаточные условия экстремума.

Часть 10. Числовые ряды.

Числовые ряды. Частичные суммы. Общий член ряда. Сходимость и расходимость рядов. Основные теоремы. Необходимое условие сходимости ряда. Сходимость положительных рядов. Гармонический и обобщенный гармонический ряды. Признаки сравнения. Признаки Коши и Даламбера. Интегральный признак. Сходимость произвольных рядов. Абсолютная сходимость. Условная сходимость. Теорема Лейбница.

Часть 11. Функциональные ряды.

Функциональные последовательности и ряды. Постановка основных задач. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Признаки равномерной сходимости Абеля и Дирихле. Почленное интегрирование рядов. Почленное дифференцирование рядов. Степенной ряд. Теорема Абеля. Теорема Коши-Адамара о радиусе сходимости. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора. Непрерывность суммы степенного ряда. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов.

Часть 12. Кратные интегралы.

Интеграл Римана на n -мерном промежутке. Критерии Лебега и Дарбу интегрируемости функций. Допустимые множества и интегралы на них. Общие свойства интеграла Римана. Сведение кратного интеграла к повторному. Теорема Фубини. Двойной интеграл: приведение к повторному, замена переменных, приложения. Тройной интеграл и его вычисление. Замена переменных в тройном интеграле. Несобственные интегралы двух и трех переменных.

Часть 13. Криволинейные интегралы.

Вычисление длины дуги. Криволинейные интегралы первого рода и их свойства. Криволинейные интегралы второго рода. Существование и вычисление криволинейного интеграла второго рода. Свойства интегралов второго рода. Физическая интерпретация. Случай замкнутого контура. Ориентация. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования. Необходимые и достаточные условия. Интегралы по замкнутому контуру. Равенство нулю интеграла по замкнутому контуру. Формула Грина.

Часть 14. Поверхностные интегралы.

Двусторонние поверхности. Направляющие косинусы нормали и выбор знака. Площадь криволинейной поверхности и ее вычисление. Поверхностные интегралы первого рода. Свойства интеграла. Поверхностные интегралы второго рода. Существование и вычисление. Свойства. Физическое истолкование. Выражение объема тела поверхностным интегралом. Формула Стокса. Формула Остроградского-Гаусса. Скалярные и векторные поля. Поверхности уровня. Векторные линии. Векторные трубки. Градиент. Оператор Гамильтона. Поток вектора через поверхность. Дивергенция. Циркуляция вектора. Вихрь (ротатор). Потенциальное поле. Характеристика потенциальных полей. Соленоидальное поле. Характеристика соленоидальных полей. Гармоническое поле.

Часть 15. Ряды Фурье.

Ряды Фурье. Коэффициенты Фурье. Постановка задач. Ортогональные системы. Разложение функций в ряд Фурье. Принцип локализации.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Семина.	СРС	Всего час.
1.	Элементы теории множеств.	4	5	6	15
2.	Теория действительного числа.	2	5	4	11
3.	Теория пределов числовых последовательностей.	4	2	11	17
4.	Теория пределов функций.	4	12	28	44
5.	Теория непрерывных функций.	3	2	5	10
6.	Дифференциальное исчисление.	17	14	28	59
7.	Первообразная и неопределенный интеграл.	17	18	28	63
8.	Определенный интеграл.	9	9	26	44
9.	Функции многих переменных.	13	8	14	35
10.	Числовые ряды.	8	7	14	29
11.	Функциональные ряды.	6	5	14	25
12.	Кратные интегралы.	11	17	24	52
13.	Криволинейные интегралы.	6	8	16	30
14.	Поверхностные интегралы.	5	9	18	32
15.	Приложения криволинейных и поверхностных интегралов. Теория поля.	5	9	18	32
16.	Ряды Фурье.	7	8	15	30

6. Лабораторный практикум – не предусмотрен.

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1, 2	Построение графиков функций.	10
2.	3	Определение предела последовательности. Вычисление пределов последовательностей.	2
3.	4	Определения Коши и Гейне предела функции. Вычисление пределов функций. Эквивалентные функции.	12
4.	5	Непрерывность функции. Точки разрыва функции.	2
5.	6	Определение производной. Таблица производных. Правила дифференцирования. Производная сложной и обратной функции. Производная функции, заданной параметрически. Производная функции, заданной в неявном виде. Производные высших порядков. Правила Лопиталю. Формула Тейлора. Полное исследование функций и построение их графиков.	14
6.	7	Таблица интегралов. Формула интегрирования по частям. Замена переменного. Интегрирование рациональных функций. Интегрирование некоторых иррациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических функций.	18
7.	8	Определение. Формула Ньютона-Лейбница. Формула интегрирования по частям. Несобственные интегралы. Приложения определенного интеграла.	9
8.	9	Область существования. Предел. Частные производные. Дифференциал. Формула Тейлора. Экстремумы.	8
9.	10	Ряды с неотрицательными членами. Знакопеременные ряды.	7
10.	11	Области сходимости (абсолютной и условной) функциональных рядов. Степенные ряды. Разложение	5

		функций в степенные ряды.	
11.	12	Двойные и тройные интегралы: определение, сведение к повторным интегралам, замена переменных, приложения.	17
12.	13	Криволинейные интегралы I рода: вычисление, приложения. Криволинейные интегралы II рода: вычисление, случай полного дифференциала, приложения. Формула Грина.	8
13.	14	Поверхностные интегралы I рода: вычисление, приложения. Поверхностные интегралы II рода: вычисление, приложения. Формулы Стокса и Остроградского-Гаусса.	9
14.	15	Градиент, дивергенция, ротор, поток вектора через поверхность, работа поля, циркуляция вектора, потенциальные поля.	9
15.	16	Разложение функций в ряды Фурье.	8

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

учебные аудитории для чтения лекций и проведения семинарских занятий.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение – не предусмотрено

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.rudn.ru/> - Учебно-научный информационный библиотечный центр (Научная библиотека) РУДН.

2. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> - Мир математических уравнений - EqWorld.

3. <http://techlibrary.ru/> - Техническая библиотека.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. Т. 1-3. М., любой год издания.

2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1-3, любой год издания.

3. Зорич В.А. Математический анализ. Ч. 1,2, любой год издания.

4. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М., любой год издания.

5. Будочкина С.А. Математический анализ (первый семестр): конспект лекций. М.: РУДН, 2013. – 48 с.

6. Будочкина С.А. Математический анализ. Раздел "Неопределенный интеграл": Учебно-методическое пособие. - М.: РУДН, 2007. - 32 с.

б) дополнительная литература

1. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу. Т. 1-3. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.

2. Тер-Крикоров А.М., Шабунин М.И. Курс математического анализа. М.: Наука, 1988.

3. Бермант А.Ф. Курс математического анализа. Ч. 1,2. М., любой год издания.

4. Уиттекер Э.Т., Ватсон Дж.Н. Курс современного анализа. Часть 1. Основные операции анализа. М., любой год издания.

5. Никольский С.М. Курс математического анализа. М.: Физматлит, 2000.

6. Бесов О.В. Лекции по математическому анализу. М.: Физматлит, 2015.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

СУРС выполняется в виде индивидуального домашнего задания один раз в семестр. На выполнение СУРС отводится 3-4 недели, после чего проводится ее защита.

В семестрах проводятся две или три контрольные работы и один коллоквиум. Студентам, набравшим менее половины от максимально возможного количества баллов на коллоквиуме и контрольных работах, в обязательном порядке предписывается посещать консультации.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Изучение дисциплины осуществляется по кредитно-модульной системе и заканчивается итоговым контролем. Формами обучения являются аудиторные занятия и внеаудиторная работа студентов. В процессе освоения Программы применяются основные виды контроля: *текущий, рубежный, промежуточный и итоговый*. Текущий контроль проводится в форме контрольных и самостоятельных работ, СУРС. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем. Студент может переписать контрольную работу только в том случае, если по ней получено менее половины планируемых баллов. При этом, если баллы, полученные при переписывании, не превосходят ранее полученных по этой контрольной работе баллов, то они аннулируются. Переписывание контрольной работы происходит в период времени не более трёх недель после предыдущей контрольной. Отсрочка в переписывании контрольных работ считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки. При этом контрольные работы проводятся не позднее двух недель после выздоровления. Рубежный контроль осуществляется в рамках аудиторных занятий. Результат рубежной аттестации выражается количеством баллов, набранных студентом. Промежуточный и итоговый контроль проводятся в форме письменных контрольных работ и письменных экзаменов. Плановые контрольные работы должны проводиться не менее 2-х раз в течение семестра (для проставления оценки по рубежной аттестации и перед проведением итогового контроля знаний).

Темы контрольных работ

1. Построение графиков функций. Предел функции.
2. Правила Лопиталья. Производная функции. Исследование функций и построение их графиков.
3. Неопределенный интеграл.
4. Определенный интеграл и его приложения.
5. Функции многих переменных. Числовые ряды.
6. Функциональные ряды.
7. кратные интегралы и их приложения.
8. Криволинейные и поверхностные интегралы. Теория поля.
9. Ряды Фурье.

Оценки знаний осуществляется по 100-балльной системе и включает оценку учебной деятельности студента по следующим параметрам:

- выполнение письменных контрольных и самостоятельных работ;
- выполнение индивидуальных домашних заданий (СУРС);
- итоговое испытание.

Компетенции, указанные в п. 3, формируются в течение всего курса. Баллы выставляются в соответствии с БРС.

Сводная оценочная таблица дисциплины (первый семестр)

Раздел	Тема	Компетенции	Формы контроля уровня освоения ООП					Баллы темы	Баллы раздела
			Коллоквиум	СУРС	Выполнение КР	Экзамен	Прочие формы контроля		
Построение графиков функций	Графики основных элементарных функций	ОП К-2					2	2	8
	Арифметические действия над графиками. Графики сложных функций				2			2	
	Графики функций, заданных параметрически				2			2	
	Графики функций в полярной системе координат				2			2	
Элементы теории множеств. Теория действительного числа	Теория множеств	ОП К-2	2.5			10		12.5	12.5
	Теория действительного числа								
Теория пределов	Предел последовательности	ОП К-2	2.5			10		20.5	20.5
	Предел функции				8				
Дифференциальное исчисление	Производные элементарных функций	ОП К-2		10				10	39
	Правила Лопиталя				2.5			29	
	Производные высших порядков				2.5				
	Производные функций, заданных неявно или параметрически		5		2.5	10			
	Формула Тейлора				2.5				
	Полное исследование функций и построение графиков				4				
Первообразная и неопределенный интеграл	Интегрирование подстановкой (замена переменной)	ОП К-2			4	10		20	20
	Интегрирование по частям				2				
	Интегрирование рациональных функций				4				
	Итого		10	10	38	40	2	100	100

Сводная оценочная таблица дисциплины (второй семестр)

Раздел	Тема	Компетенции	Формы контроля уровня освоения ООП					Баллы темы	Баллы раздела
			Коллоквиум	СУРС	Выполнение КР	Экзамен	Прочие формы контроля		
Первообразная и неопределенный интеграл	Интегрирование подстановкой (замена переменной)	ОПК -1					2	2	18
	Интегрирование некоторых иррациональных функций			16				16	
	Интегрирование некоторых тригонометрических функций								
Определенный интеграл	Несобственные интегралы	ОПК -1	5		8	10		31	31
	Приложения определенного интеграла				8				
Функции многих переменных	Формула Тейлора	ОПК -1	5		2.6	10		22.9	22.9
	Экстремумы функций многих переменных				2.6				
	Условные экстремумы				2.7				
Числовые ряды	Знакопостоянные ряды	ОПК -1			8.1	10		18.1	18.1
	Знакопеременные ряды								
Функциональные ряды	Функциональные ряды	ОПК -1				10		10	10
	Итого		10	16	32	40	2	100	100

Сводная оценочная таблица дисциплины (третий семестр)

Раздел	Тема	Компетенции	Формы контроля уровня освоения ООП					Баллы темы	Баллы раздела
			Коллоквиум	СУРС	Выполнение КР	Экзамен	Прочие формы контроля		
Числовые ряды	Знакопеременные ряды	ОПК -1			3			3	3
Функциональные ряды	Области абсолютной и условной сходимости	ОПК -1			3			3	6
	Разложение функций в степенные ряды				3			3	
Кратные интегралы	Двойные интегралы	ОПК -1	5		6	10		27	27
	Приложения двойных интегралов				3				
	Тройные интегралы				3				
Криволинейные интегралы	Криволинейные интегралы I рода	ОПК -1	5		3	10		21	21
	Криволинейные интегралы II рода				3				
Поверхностные интегралы	Поверхностные интегралы I рода	ОПК -1			3	10		16	16
	Поверхностные интегралы II рода				3				
Приложения криволинейных и поверхностных интегралов. Теория поля	Приложения криволинейных и поверхностных интегралов. Теория поля	ОПК -1		14				14	14
Ряды Фурье	Разложение функций в ряд Фурье. Построение графика суммы ряда	ОПК -1			3	10		13	13
	Итого		10	14	36	40		100	100

Соответствие систем оценок (используемых ранее оценок итоговой академической успеваемости, оценок ECTS и балльно-рейтинговой системы (БРС) оценок текущей успеваемости) - в соответствии с Приказом Ректора №996 от 27.12.2006 г.:

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки ECTS
86 – 100	5	95 - 100	5+	A
		86 - 94	5	B
69 – 85	4	69 - 85	4	C
51 – 68	3	61 - 68	3+	D
		51 - 60	3	E
0 – 50	2	31 - 50	2+	FX
		0 - 30	2	F
51 – 100	Зачет		Зачет	Passed

Описание оценок ECTS:

A («Отлично») - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

B («Очень хорошо») - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

C («Хорошо») - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

D («Удовлетворительно») - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

E («Посредственно») - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

FX («Условно неудовлетворительно») - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.

F («Безусловно неудовлетворительно») - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

Итоговая аттестация по Программе проводится в форме экзамена.

Структура и содержание экзамена.

К экзамену допускаются студенты с любым количеством баллов, набранных в семестре.

Экзамен проводится в письменной форме. Студент получает задание, состоящее из 4 вопросов (2 теоретических вопросов и 2 задач).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

Форма проверки. Преподаватель проверяет работы в течение 2-3 часов и выставляет итоговые баллы (суммируются баллы за практические занятия, коллоквиум и итоговый контроль).

Студент имеет право пересдавать итоговый контроль, если в итоге он получил менее 51 балла. При этом баллы, полученные студентом на первом экзамене (итоговом контроле), не учитываются, - учитываются только баллы за практические занятия и коллоквиум.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.03.02

Директор института физических исследований и технологий, д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза