

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета


Ю.В. Машин

«20» 12 2019 г.

Регистрационный № УД-0103041.Б.1.0.25/р.

ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 01.03.04 Прикладная математика

Направленность (профиль) Разработка программного обеспечения

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	34
Экзамен, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	76
Всего часов / зачетных единиц	144 / 4

Кафедра-разработчик программы: «Высшая математика»


Составители: Е.Л. Старовойтова, кандидат педагогических наук, доцент,

А.Г. Козлов, старший преподаватель.

Могилев, 2019

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика № 11 от 10.01.2018 г., учебным планом рег. № 010304-1 от 25.10.2019 г.


Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Высшая математика»
28.11.2019 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  В.Г. Замураев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«18» декабря 2019 г., протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета

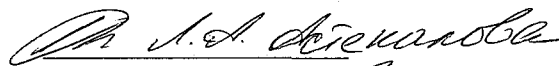
 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

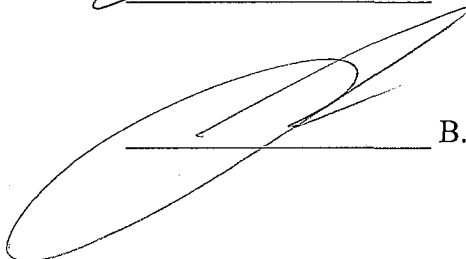
Н.В. Сакович, декан факультета математики и естествознания МГУ им. А.А.Кулешова,
кандидат физико-математических наук, доцент
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 В.А.Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые методы применения методов функционального анализа в научных и практических приложениях, необходимых для изучения общетеоретических и специальных дисциплин.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия теории метрических пространств, теории меры, теории интеграла Лебега, теории нормированных пространств и линейных операторов в нормированных пространствах;

уметь:

- доказывать свойства основных понятий теории метрических пространств, теории меры, теории интеграла Лебега, теории нормированных пространств и линейных операторов в нормированных пространствах;

владеть:

- навыками вычисления меры и интеграла Лебега, нормы ограниченного линейного оператора;

- навыками применения современного математического инструментария для решения задач; методикой построения, анализа и применения математических моделей для решения практических задач;

- навыками работы с научной литературой, использования полученных теоретических знаний для решения конкретных задач научно-исследовательского характера.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (обязательная часть блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- дискретная математика;
- линейная алгебра;
- математический анализ;
- аналитическая геометрия;
- гармонический анализ;
- обыкновенные дифференциальные уравнения;
- дифференциальные уравнения в частных производных;
- теория функций комплексной переменной;

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- математическое моделирование в естествознании, технике и экономике;
- квантовые вычисления.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-1	Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем
ПК-2	Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Элементы теории множеств	Понятие множества. Операции над множествами. Основные определения. Операции над множествами. Отображения. Разбиения на классы. Отображение множеств. Общее понятие функции. Разбиения на классы. Отношения эквивалентности. Эквивалентность множеств. Понятие мощности множеств. Конечные и бесконечные множества. Счетные множества. Эквивалентность множеств. Несчетность множества действительных чисел. Теорема Кантора-Бернштейна. Понятие мощности множества. Упорядоченные множества. Трансфинитные числа. Частично упорядоченные множества. Отображения, сохраняющие порядок. Порядковые типы. Упорядоченные множества. Упорядоченная сумма упорядоченных множеств. Вполне упорядоченные множества. Трансфинитные числа. Сравнение порядковых чисел. Аксиома выбора, теорема Цермело и другие эквивалентные им утверждения. Трансфинитная индукция. Системы множеств. Кольцо множеств. Полукольцо множеств. Кольцо, порожденное полукольцом. σ -алгебры. Системы множеств и отображения.	ОПК-1. ОПК-2. ПК-2.
2	Метрические и топологические пространства.	Понятие метрического пространства. Определение и примеры метрических пространств. Непрерывные отображения метрических пространств. Изометрия. Сходимость. Открытые и замкнутые множества. Предельные точки, замыкание. Сходимость. Плотные подмножества. Открытые и замкнутые множества. Открытые и замкнутые множества на прямой. Полные метрические пространства. Определение и примеры полных метрических пространств. Теорема о вложенных шарах. Теорема Бэра. Пополнение пространства. Принцип сжимающих отображений и его применения. Принцип сжимающих отображений. Простейшие применения принципа сжимающих отображений. Теоремы существования и единственности для дифференциальных уравнений. Применение принципа сжимающих отображе-	ОПК-1. ОПК-2. ПК-2.

		ний к интегральным уравнениям. Топологические пространства. Определение и примеры топологических пространств. Сравнение топологий. Определяющие системы окрестностей. База. Аксиомы счетности. Сходящиеся последовательности в T . Непрерывные отображения. Гомеоморфизм. Аксиомы отделимости. Различные способы задания топологии в пространстве. Метризуемость. Компактность. Понятие компактности. Непрерывные отображения компактных пространств. Непрерывные и полунепрерывные функции на компактных пространствах. Счетная компактность. Предкомпактные множества. Компактность в метрических пространствах. Полная ограниченность. Компактность и полная ограниченность. Предкомпактные подмножества в метрических пространствах. Теорема Арцела. Теорема Пеано. Равномерная непрерывность. Непрерывные отображения метрических компактов. Обобщенная теорема Арцела. Непрерывные кривые в метрических пространствах.	
3	Нормированные и топологические линейные пространства	Линейные пространства. Определение и примеры линейных пространств. Линейная зависимость. Подпространства. Подпространства. Фактор-пространства. Линейные функционалы, их геометрический смысл. Нормированные пространства. Определение и примеры нормированных пространств. Подпространства нормированного пространства. Фактор-пространства нормированного пространства.	ОПК-1. ОПК-2. ПК-2.
4	Линейные функционалы и линейные операторы	Непрерывные линейные функционалы. Непрерывные линейные функционалы в топологических линейных пространствах. Линейные функционалы на нормированных пространствах. Теорема Хана-Банаха в нормированном пространстве. Линейные функционалы в счетно-нормированном пространстве. Сопряженное пространство. Определение сопряженного пространства. Сильная топология в сопряженном пространстве. Примеры сопряженных пространств. Второе сопряженное пространство. Слабая топология и слабая сходимость. Слабая топология и слабая сходимость в линейном топологическом пространстве. Слабая сходимость в нормированных пространствах. Слабая топология и слабая сходимость в сопряженном пространстве. Ограниченные множества в сопряженном пространстве. Линейные операторы. Определение и примеры линейных операторов. Непрерывность и ограниченность. Сумма и произведение операторов. Обратный оператор, обратимость. Сопряженные операторы. Сопряженный оператор в евклидовом пространстве. Самосопряженные операторы. Спектр оператора. Резольвента. Компактные операторы. Определение и примеры компактных операторов. Основные свойства компактных операторов. Собственные значения компактного оператора. Компактные операторы в гильбертовом пространстве. Самосопряженные компактные операторы в H .	ОПК-1. ОПК-2. ПК-2.
5	Мера, измеримые функции, интегралы	Мера плоских множеств. Мера элементарных множеств. Лебегова мера плоских множеств. Общее понятие меры. Продолжение меры с полукольца на кольцо. Аддитивность и σ -аддитивность. Определение меры. Продолжение меры с полукольца на порожденное им кольцо. σ -аддитивность. Лебегово продолжение меры. Лебегово продолжение меры, определенной на полукольце с единицей. Продолжение меры, заданной на полукольце без единицы. Расширение понятия измеримости в случае σ -конечной меры. Продолжение меры по Жордану. Однозначность продолжения меры. Измеримые функции. Определение и основные свойства измеримых функций. Действия над измеримыми функциями. Эквивалентность. Сходимость почти всюду. Теорема Егорова. Сходимость по мере. Теорема Лузина. C -свойство. Интеграл Лебега. Простые функции. Интеграл Лебега для простых функций. Общее определение интеграла Лебега на множестве конечной меры. σ -аддитивность и абсолютная непрерывность интеграла Лебега. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Интеграл Лебега по множеству бесконечной меры. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана. Прямые произведения систем множеств и мер. Теорема Фубини. Произведения систем множеств. Произведения мер. Выражение плоской меры через интеграл линейной меры сечений и геометрическое определение интеграла Лебега. Теорема Фубини.	ОПК-1. ОПК-2. ПК-2.
6	Пространства суммируемых функций	Пространство L_1 . Определение и основные свойства пространства L_1 . Всюду плотные множества в L_1 . Пространство L_2 . Определение и основные свойства. Случай бесконечной меры. Всюду плотные	ОПК-1. ОПК-2. ПК-2.

		множества в L_2 . Теорема об изоморфизме. Комплексное пространство L_2 . Сходимость в среднем квадратичном и ее связь с другими типами сходимости функциональных последовательностей. Ортогональные системы функций в L_2 . Ряды по ортогональным системам. Тригонометрическая система. Тригонометрический ряд Фурье. Тригонометрические системы на отрезке $[0; \pi]$. Ряд Фурье в комплексной форме. Многочлены Лежандра. Ортогональные системы в произведениях. Кратные ряды Фурье. Многочлены, ортогональные относительно данного веса. Ортогональный базис в пространствах $L_2(-\infty; \infty)$ и $L_2(0; \infty)$. Ортогональные многочлены с дискретным весом. Системы Хаара и Радемахера–Уолша.	
7	Элементы дифференциального исчисления в линейных пространствах	Дифференцирование в линейных пространствах. Сильный дифференциал (дифференциал Фреше). Слабый дифференциал (дифференциал Гато). Формула конечных приращений. Связь между слабой и сильной дифференцируемостью. Дифференцируемые функционалы. Абстрактные функции. Интеграл. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Теорема о неявной функции и некоторые ее применения. Теорема о неявной функции. Теорема о зависимости решения дифференциального уравнения от начальных данных. Касательные многообразия. Теорема Люстерника. Экстремальные задачи. Необходимое условие экстремума. Второй дифференциал. Достаточные условия экстремума функционала. Экстремальные задачи с ограничениями. Метод Ньютона.	ОПК-1. ОПК-2. ПК-2.

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Самостоятельная работа часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	1. Элементы теории множеств	2	Пр. р. 1. Понятие множества. Операции над множествами. Отображения, разбиения на классы. Эквивалентность множеств. Понятие мощности множества. Упорядоченные множества. Трансфинитные числа. Системы множеств.	2	2		
2	2. Метрические и топологические пространства.	2	Пр. р. 2. Понятие метрического пространства. Сходимость. Открытые и замкнутые множества. Полные метрические пространства. Принцип сжимающих отображений и его применения.	2	2	ЗИЗ	5
3	2. Метрические и топологические пространства	2	Пр. р. 3. Топологические пространства. Компактность. Компактность в метрических пространствах. Непрерывные кривые в метрических пространствах.	2	2		
4	3. Нормированные и топологические линейные пространства	2	Пр. р. 4. Линейные пространства. Линейная зависимость. Подпространства. Фактор-пространства. Линейные функционалы, их геометрический смысл.	2	2	КР	10
5	3. Нормированные и топологические линейные пространства	2	Пр. р. 5. Нормированные пространства. Подпространства нормированного пространства. Фактор-пространства нормированного пространства.	2	2		
6	4. Линейные функционалы и линейные операторы	2	Пр. р. 6. Непрерывные линейные функционалы.	2	2	ЗИЗ	5
7	4. Линейные функционалы и линейные операторы	2	Пр. р. 7. Сопряженное пространство. Слабая топология и слабая сходимость.	2	2		
8.	4. Линейные функционалы и линейные операторы	2	Пр. р. 8. Линейные операторы. Компактные операторы.	2	2	КР ПКУ	10 30
Модуль 2							
9.	5. Мера, измеримые функции, интеграл	2	Пр. р. 9. Мера плоских множеств. Общее понятие меры. Продолжение меры с полукольца на кольцо. Аддитивность и σ -	2	2		

	лы		аддитивность. Определение меры. Продолжение меры с полукольца на порожденное им кольцо. σ -аддитивность.				
10.	5. Мера, измеримые функции, интегралы	2	Пр. р. 10. Определение и основные свойства измеримых функций. Действия над измеримыми функциями. Эквивалентность. Сходимость почти всюду. Теорема Егорова. Сходимость по мере.	2	2	ЗИЗ	5
11.	5. Мера, измеримые функции, интегралы	2	Пр. р. 11. Лебегово продолжение меры, определенной на полукольце с единицей. Продолжение меры, заданной на полукольце без единицы. Расширение понятия измеримости в случае σ -конечной меры. Продолжение меры по Жордану. Однозначность продолжения меры	2	2		
12.	5. Мера, измеримые функции, интегралы	2	Пр. р. 12. Интеграл Лебега. Простые функции. Интеграл Лебега для простых функций. Общее определение интеграла Лебега на множестве конечной меры. σ -аддитивность и абсолютная непрерывность интеграла Лебега. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Интеграл Лебега по множеству бесконечной меры. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.	2	2		
13.	5. Мера, измеримые функции, интегралы	2	Пр. р. 13. Произведения систем множеств. Произведения мер. Выражение плоской меры через интеграл линейной меры сечений и геометрическое определение интеграла Лебега. Теорема Фубини.	2	2	КР	10
14.	6. Пространства суммируемых функций	2	Пр. р. 14. Пространство L_1 . Определение и основные свойства пространства L_1 . Всюду плотные множества в L_1 . Пространство L_2 . Определение и основные свойства. Случай бесконечной меры. Всюду плотные множества в L_2 . Теорема об изоморфизме. Комплексное пространство L_2 . Сходимость в среднем квадратичном и ее связь с другими типами сходимости функциональных последовательностей.	2	2		
15	7. Элементы дифференциального исчисления в линейных пространствах	2	Пр. р. 15. Сильный дифференциал (дифференциал Фреше). Слабый дифференциал (дифференциал Гато). Формула конечных приращений. Связь между слабой и сильной дифференцируемостью. Дифференцируемые функционалы. Абстрактные функции. Интеграл. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора.	2	4	ЗИЗ	5
16.	7. Элементы дифференциального исчисления в линейных пространствах	2	Пр. р. 16. Экстремальные задачи. Необходимое условие экстремума. Второй дифференциал. Достаточные условия экстремума функционала.	2	4		
17	7. Элементы дифференциального исчисления в линейных пространствах	2	Пр. р. 17. Экстремальные задачи с ограничениями. Метод Ньютона.	2	4	КР ПКУ	10 30
18-21					36	ПА (экзамен)	40
	Итого	34		34	76		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль –

КР – контрольная работа;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Практические занятия	
1	Традиционные	2,6	1-17	40
2	Мультимедиа	1,3,4,5,7		28
	ИТОГО	34	34	68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Тестовые (контрольные) задания	4
4	Индивидуальные задания	4

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>Компетенция ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике</i>			
<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции. ОПК-1.7 Способен применять знание основных понятий и методов теории функций действительной переменной и функционального анализа при решении задач в области естественных наук и инженерной практике</i>			
1	Пороговый уровень	Базовые знания в объеме рабочей программы (знание определений основных понятий), умение решать типовые задачи под руководством преподавателя.	Умение решать типовые задачи с помощью применения знаний понятий теории функций и функционального анализа, которое может быть полезным в различных областях естественных наук и инженерной практики.
2	Продвинутый уровень	Полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины.	Умение решать с помощью знаний понятий и теорем теории функций и функционального анализа задачи, которые не являются типичными (за-

			дачи из различных областей естественных наук и инженерной практики), однако выходят за рамки известного лишь в небольшой степени.
3	Высокий уровень	Систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.	Умение решать задачи из различных областей естественных наук и инженерной практики, которые требуют определенной интуиции, размышлений и творчества в выборе математического инструментария, интегрирования знаний из разных разделов курса теории функций и функционального анализа, самостоятельной разработки алгоритма действий.
<i>Компетенция ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем</i>			
<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции. ОПК-2.16 Способен применять знание основных понятий и методов теории функций действительной переменной и функционального анализа при выборе, доработке и применении для решения исследовательских и проектных задач математических методов и моделей</i>			
1	Пороговый уровень	Базовые знания в объеме рабочей программы (знание определений основных понятий), умение решать типовые задачи под руководством преподавателя.	Умение решать типовые исследовательские задачи, требующее применять в знакомой ситуации известные факты, стандартные приемы, распознавать математические объекты и свойства, применять известные алгоритмы и технические навыки.
2	Продвинутый уровень	Полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины.	Умение решать исследовательские и проектные задачи, которые не являются типичными, выходят за рамки известного лишь в небольшой степени, посредством применения стандартных математических методов и моделей.
3	Высокий уровень	Систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное	Умение решать исследовательские и проектные задачи, которые требуют определенной интуиции,

		владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.	размышлений и творчества в выборе математических методов и моделей, интегрирования знаний из разных разделов курса математики, самостоятельная разработка математических моделей.
<i>Компетенция ПК-2.</i> Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты.			
<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции.</i> ПК-2.14 Способен применять знание теории функций действительной переменной и функционального анализа при выборе аналитических или алгоритмических методов решений задач, осуществлять поиск решений, анализировать результаты			
	Пороговый уровень	Базовые знания в объеме рабочей программы (знание определений основных понятий), умение решать типовые задачи под руководством преподавателя.	Умение с помощью понятий и теорем теории функций действительной переменной и функционального анализа решать типовые задачи
	Продвинутый уровень	Полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины.	Умение с помощью методов теории функций действительной переменной и функционального анализа решать задачи, которые являются типичными, но знакомы студентам или выходят за рамки известного лишь в небольшой степени.
	Высокий уровень	Систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.	Умение с помощью методов теории функций действительной переменной и функционального анализа решать задачи, которые требуют определенной интуиции, размышлений, творчества, самостоятельной разработки алгоритма действий.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ОПК-1.</i> Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике	
Пороговый уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания

Продвинутый уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания
Высокий уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания
<i>Компетенция</i> ОПК-2. Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надёжность и качество функционирования систем	
Пороговый уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания
Продвинутый уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания
Высокий уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания
<i>Компетенция</i> ПК-2. Способен обоснованно выбирать методы решений поставленных математических задач, разрабатывать алгоритмы решений, реализовывать алгоритмы в виде программ, анализировать результаты	
Пороговый уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания
Продвинутый уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания
Высокий уровень	Тестовые (контрольные) задания Индивидуальные задания

5.4 Критерии оценки практических работ

Оценка эффективности усвоения студентом материала, пройденного на практических занятиях, осуществляется с помощью контрольных работ и защиты индивидуальных заданий. Каждая контрольная работа оценивается по шкале от 0 до 10 баллов, каждое индивидуальное задание оценивается по шкале от 0 до 5 баллов. Количество баллов, полученных студентом за контрольную работу и индивидуальное задание, равно сумме баллов за каждое задание.

При этом студент получает за одно задание:

20% от максимального числа баллов за задание в случае, когда продемонстрировано полное незнание изученного материала, отсутствие элементарных умений и навыков;

40% от максимального числа баллов за задание в случае, когда допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не обладает обязательными умениями по данной теме в полной мере;

60% от максимального числа баллов за задание в случае, когда допущено более одной ошибки, но студент обладает обязательными умениями по проверяемой теме;

80% от максимального числа баллов за задание в случае, когда оно выполнено полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки), допущена одна незначительная ошибка;

100% от максимального числа баллов за задание в случае, когда оно выполнено полностью, в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок, в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, которая не является следствием незнания или непонимания учебного материала).

5.6 Критерии оценки экзамена

Итоговая оценка на экзамене по пятибалльной системе определяется как сумма баллов промежуточного контроля успеваемости и промежуточной аттестации (экзамена) и соответствует суммарным баллам:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

При этом промежуточный контроль успеваемости оценивается до 60 баллов, а промежуточная аттестация (экзамен) оценивается до 40 баллов. Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов (2 теоретических вопроса и 2 задачи), за каждое задание можно набрать до 10 баллов.

Для экзамена.

Оценка **«отлично»**, выставляется за: систематизированные, глубокие и полные знания в объеме рабочей программы, точное использование научной терминологии и свободное владение инструментарием учебной дисциплины, умение анализировать и применять теоретические знания при самостоятельном решении типовых учебных задач и задач повышенной сложности, способность делать обоснованные выводы.

Оценка **«хорошо»**, выставляется за: полные знания в объеме рабочей программы, правильное использование терминологии, способность самостоятельно решать типовые задачи учебной дисциплины.

Оценка **«удовлетворительно»**, выставляется за: обладание базовыми знаниями (владеет терминологией, знает определения понятий) в объеме рабочей программы достаточными для усвоения последующих дисциплин, умение решать простейшие типовые задачи.

Оценка **«неудовлетворительно»**, выставляется за: фрагментарные знания по базовым вопросам в объеме рабочей программы, недостаточными для усвоения последующих дисциплин, неуверенное использование терминологии, неумение решать типовые задачи.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- конспектирование;
- решение задач и упражнений по образцу;
- работа с лекционными материалами, включая основную и дополнительную литературу, которые представлены в пунктах 7.1 и 7.2;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка к аудиторным занятиям и контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Перечень методических указаний приведен в п. 7.4.1 и они хранятся в кабинете математики (к. 405). Кроме того, их электронные варианты представлены в университетской сети Интернет по адресу: eco.bru.by.

По адресу sdo.bru.by (учебные материалы) находится разработанный на кафедре электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), который включает:

- курс лекций;
- методические рекомендации для практических занятий;
- примеры контрольных заданий
- вопросы к экзаменам,
- образцы экзаменационных билетов;
- список литературы.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Смолин, Ю.Н. Введение в теорию функций действительной переменной : учеб. пособие / Ю.Н. Смолин. — 2-е изд., стер. — Москва : Флинта, 2017. — 516 с. - ISBN 978-5-9765-1483-6. - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1034571 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1034571	—	Znanium.com

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Теория функций действительного переменного: Учебное пособие / Быкова О.Н., Колягин С.Ю., Кукушкин Б.Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 196 с.: 60x90 1/16 (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-905554-21-6 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/520537	Рекомендовано УМО по образованию в области подготовки педагогических кадров в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 050100 «Педагогическое образование»	Znanium.com
2	Функциональный анализ в примерах и задачах: учеб. пособие / Ревина С.В., Сазонов Л.И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 120 с. ISBN 978-5-9275-0683-5 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/556115	—	Znanium.com
3	Задачи по теории функций и функциональному анализу с решениями: Учебное пособие / Т.А. Леонтьева, А.В. Домрина. - Москва : НИЦ Инфра-М, 2013. - 164 с.: 70x100 1/16. - (Высшее образование: Магистратура). (обложка) ISBN 978-5-16-006429-1 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/377270	Рекомендовано в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Физико-математические науки", а также технических и педагогических вузов	Znanium.com
4	Введение в теорию целых функций: Учебное пособие / Т.А. Леонтьева. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 95 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Магистратура). (обложка) ISBN 978-5-16-006242-6 - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/368460	Допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010300 (Прикладная математика и информатика) и 010300 (Фундаментальная информатика и информационные технологии)	Znanium.com

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

Znanium.com, biblio.bru.by.

7 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Козлов А.Г., Старовойтова Е.Л. Теория функций и функциональный анализ. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика. Могилев, Белорусско-Российский университет (эл. вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации:

Тема 1 - Элементы теории множеств.

Тема 3 – Нормированные и топологические линейные пространства.

Тема 4 – Линейные функционалы и линейные операторы.

Тема 5 – Мера, измеримые функции, интегралы.

Тема 7 – Элементы дифференциального исчисления в линейных пространствах

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Свободно распространяемое программное обеспечение OpenOffice

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории ауд.405, рег. номер ПУЛ-4.535-405/1-19.