

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Мытищинский филиал

Должность: Заместитель директора по учебной работе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

Дата подписания: 23.06.2024 21:58:18

Уникальный программный ключ:

образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Макуев В.А.

«25» июня 2021 г.

Факультет К «Космический факультет»

Кафедра К6 «Высшая математика и физика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Функциональный анализ

Автор программы:

Шипов Н.В., доцент (к.н.), кандидат физико-математических наук, доцент, shipov@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Высшая математика и физика»
Протокол № 13 заседания кафедры «К6» от 15.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ
Шевлякова А.А



Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.
Протокол № 8 заседания кафедры «К6» от 19.04.2022 г.
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2023/2024 учебный год.
Протокол № 6 заседания кафедры «К6» от 11.04.2023 г.
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.
Протокол № 8 заседания кафедры «К6» от 09.04.2024 г.
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Объем дисциплины	7
4. Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	8
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	13
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине.....	14
7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины	15
8. Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины.....	16
9. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	17
10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных	19
11. Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины..	20

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень бакалавриата): 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень бакалавриата)

Код компетенции по СУОС 3++	Формулировка компетенции
	Общепрофессиональные компетенции собственные
ОПКС-1 (01.03.02)	Способен применять в профессиональной деятельности фундаментальные знания о закономерностях, которые управляют явлениями, эффектами и процессами, полученными в области математических и (или) естественных наук.

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
<p>ОПКС-1 (01.03.02) Способен применять в профессиональной деятельности фундаментальные знания о закономерностях, которые управляют явлениями, эффектами и процессами, полученными в области математических и (или) естественных наук.</p>	<p>ЗНАТЬ - основные понятия, базовые конструкции и результаты математического анализа и теории меры - основные понятия теории дифференциальных уравнений и теории устойчивости; классы задач математической физики</p> <p>УМЕТЬ - применять приёмы и методы решения дифференциальных уравнений и их систем, применять методы функционального анализа в решении задач математической физики - формулировать вычислительные задачи, обосновывать необходимость проведения вычислительного эксперимента и построение его плана</p> <p>ВЛАДЕТЬ - навыками использования специальных функций для решения задач математической физики - методами решения прикладных задач путём их сведения к задачам векторной алгебры или к системам линейных уравнений</p>	<p>Лекции Семинары Самостоятельная работа Активные и интерактивные формы (методы) обучения: обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Математический анализ;
- Алгебра и геометрия;
- Комплексный анализ (ТФКП).

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Теория вероятностей и математическая статистика.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы(з.е.), 144 академических часа (108 астрономических часов). В том числе: 1 семестр – 4 з.е. (144 ак.ч.).

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.	
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины
		1
Объем дисциплины	144	144
Аудиторная работа*	72	72
Лекции (Л)	36	36
Семинары (С)	36	36
Самостоятельная работа (СР)	72	72
Проработка учебного материала лекций	4.5	4.5
Подготовка к семинарам	4.5	4.5
Подготовка к контрольной работе	6	6
Выполнение расчетно-графической работы	33	33
Другие виды самостоятельной работы	24	24
Вид промежуточной аттестации		Зачёт

*в том числе, в форме практической подготовки

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Таблица 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Активные и интерактивные формы проведения занятий		Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР	Форма проведения занятий	Часы		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
1 семестр											
1	Топологические, метрические, полные, сепарабельные, компактные пространства	8	8	0	16	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	8	ОПКС-1	4	Контрольная работа	18/30
										ИТОГО:	18/30
2	Линейные операторы (функционалы) в линейных нормированных пространствах. Сопряженные пространства.	14	14	0	28	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	14	ОПКС-1	11	Расчетно-графическая работа	18/30
										ИТОГО:	18/30
3	Компактные операторы. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтера.	14	14	0	28	Обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	14	ОПКС-1	18	Расчетно-графическая работа	12/20
										Контрольная работа	12/20
										ИТОГО:	24/40
ИТОГО за семестр		36	36	0	72	-	36	-	-	-	60/100

*в том числе, в форме практической подготовки

Содержание дисциплины, структурированное по темам (модулям)

№, п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
1	«Топологические, метрические, полные, сепарабельные, компактные пространства»	
	Лекции	8
1.1	Топологические пространства X . Открытые (замкнутые) множества. Сходимость, секвенциальная сходимость. Непрерывное отображение. Счетное определяющее семейство окрестностей. База (предбаза) топологии.	2
1.2	Метрические пространства, база метрической топологии, сходимость. Множество, всюду плотное в X . Сепарабельные пространства. Полные пространства, принцип вложенных шаров. Нигде не плотное множество, теорема Бэра. Понятие о пополнении пространства.	2
1.3	Принцип сжимающих отображений. Случай, когда степень отображения является сжатием. Доказательство существования и единственности решения Задачи Коши дифференциального уравнения первого порядка.	2
1.4	Компактные (счетно-компактные), секвенциально компактные множества. Существование предельной точки для любого бесконечного подмножества этих множеств. Подмножество S , вполне ограниченное в метрическом пространстве. Полнота S – необходимое и достаточное условие секвенциальной компактности (компактности) S .	2
	Семинары	8
С1.1	Топологические пространства X . Открытые (замкнутые) множества. Сходимость, секвенциальная сходимость. Непрерывное отображение. Счетное определяющее семейство окрестностей. База (предбаза) топологии.	2
С1.2	Метрические пространства, база метрической топологии, сходимость. Множество, всюду плотное в X . Сепарабельные пространства. Полные пространства, принцип вложенных шаров. Нигде не плотное множество, теорема Бэра. Понятие о пополнении пространства.	2
С1.3	Принцип сжимающих отображений. Случай, когда степень отображения является сжатием. Доказательство существования и единственности решения Задачи Коши дифференциального уравнения первого порядка.	2
С1.4	Компактные (счетно-компактные), секвенциально компактные множества. Существование предельной точки для любого бесконечного подмножества этих множеств. Подмножество S , вполне ограниченное в метрическом пространстве. Полнота S – необходимое и достаточное условие секвенциальной компактности (компактности) S .	2
	Самостоятельная работа	16
СП1.1	Проработка учебного материала лекций	1
СП1.2	Подготовка к семинарам	1
СП1.3	Подготовка к контрольной работе	3
СП1.4	Другие виды самостоятельной работы	11
2	«Линейные операторы (функционалы) в линейных нормированных пространствах. Спряженные пространства»	

	Лекции	14
2.1	Линейные нормированные пространства. Эквивалентность норм в конечномерном подпространстве L , полнота L . Компактность любого ограниченного замкнутого подмножества S , принадлежащего L . Теорема Рисса о некомпактности единичной сферы в бесконечномерном X .	2
2.2	Евклидово (комплексное) пространство E , неравенство Коши-Буняковского. Гильбертово пространство H . Ортогональное дополнение L^\perp подпространства L в H . Замкнутость L^\perp в H . Прямая сумма $H = L + L^\perp$, где L замкнутое.	2
2.3	Счетная полная система векторов. Базис. Полная система ортогональных векторов в E – базис в E . Равенство Парсеваля. Необходимое и достаточное условие, чтобы система ортогональных векторов в H была базисом в H .	2
2.4	Линейные операторы (функционалы) A . Эквивалентность ограниченности и непрерывности A . Норма оператора (функционала). Линейное нормированное пространство $L(X, Y)$, его полнота при полном X . Ограниченность поточечно ограниченной последовательности линейных операторов. Поточечно сходящаяся (поточечно фундаментальная) последовательность операторов. Полнота $L(X, Y)$ при полных X, Y .	2
2.5	Открытое отображение. Условие $Y = A(X)$, чтобы линейный оператор A был открытым отображением при полных X, Y . Обратный оператор, его единственность и линейность при $\text{Ker } A = 0$. Оператор A непрерывно обратимый тогда и только тогда, когда A является взаимно-однозначным открытым отображением (либо A ограничен снизу). Теорема Банаха об обратном непрерывном операторе при $\text{Ker } A = 0, \text{Im } A = Y$.	2
2.6	Теорема Хана-Банаха в комплексном X , её следствия. Изометрический изоморфизм $F: X \rightarrow X^{**}$ вида $(Fx)(f) = f(x)$ для любого $x \in X$ и $f \in X^*$ из X на подпространство $\text{Im } F \subset X^{**} = L(X^*, C)$. Определение рефлексивности X . Изометрический изоморфизм Φ из l_1^* на l_∞ , равенства $C_0^{**} = l_1^* = l_\infty, l_p^{**} = l_p$.	2
2.7	Теорема Рисса-Фреше о представлении функционала $f(x)$ из H^* в виде скалярного произведения. Рефлексивность гильбертова пространства H . Слабая сходимости в X .	2
	Семинары	14
C2.1	Линейные нормированные пространства. Эквивалентность норм в конечномерном подпространстве L , полнота L . Компактность любого ограниченного замкнутого подмножества S , принадлежащего L . Теорема Рисса о некомпактности единичной сферы в бесконечномерном X .	2
C2.2	Евклидово (комплексное) пространство E , неравенство Коши-Буняковского. Гильбертово пространство H . Ортогональное дополнение L^\perp подпространства L в H . Замкнутость L^\perp в H . Прямая сумма $H = L + L^\perp$, где L замкнутое.	2
C2.3	Счетная полная система векторов. Базис. Полная система ортогональных векторов в E – базис в E . Равенство Парсеваля. Необходимое и достаточное условие, чтобы система ортогональных векторов в H была базисом в H .	2
C2.4	Линейные операторы (функционалы) A . Эквивалентность ограниченности и непрерывности A . Норма оператора (функционала).	2

	Линейное нормированное пространство $L(X, Y)$, его полнота при полном X . Ограниченность поточечно ограниченной последовательности линейных операторов. Поточечно сходящаяся (поточечно фундаментальная) последовательность операторов. Полнота $L(X, Y)$ при полных X, Y .	
C2.5	Открытое отображение. Условие $Y = A(X)$, чтобы линейный оператор A был открытым отображением при полных X, Y . Обратный оператор, его единственность и линейность при $\text{Ker } A = 0$. Оператор A непрерывно обратимый тогда и только тогда, когда A является взаимно-однозначным открытым отображением (либо A ограничен снизу). Теорема Банаха об обратном непрерывном операторе при $\text{Ker } A = 0, \text{Im } A = Y$.	2
C2.6	Теорема Хана-Банаха в комплексном X , её следствия. Изометрический изоморфизм $F: X \rightarrow X^{**}$ вида $(Fx)(f) = f(x)$ для любого $x \in X$ и $f \in X^*$ из X на подпространство $\text{Im } F \subset X^{**} = L(X^*, \mathbb{C})$. Определение рефлексивности X . Изометрический изоморфизм Φ из l_1^* на l_∞ , равенства $C_0^{**} = l_1^* = l_\infty, l_p^{**} = l_p$.	2
C2.7	Теорема Рисса-Фреше о представлении функционала $f(x)$ из H^* в виде скалярного произведения. Рефлексивность гильбертова пространства H . Слабая сходимости в X .	2
	Самостоятельная работа	28
CP2.1	Проработка учебного материала лекций	1.75
CP2.2	Подготовка к семинарам	1.75
CP2.3	Выполнение расчетно-графической работы	18
CP2.4	Другие виды самостоятельной работы	6.5
3	«Компактные операторы. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтера»	
	Лекции	14
3.1	Теорема Неймана о непрерывной обратимости линейного оператора $I - A$. Следствие о непрерывной обратимости оператора $A + \Delta A$. Регулярное число λ оператора A , резольвента. Открытость резольвентного множества, компактность спектра. Точечный и непрерывный спектры.	2
3.2	Компактные операторы. Замыкание образа ограниченного множества – компактное множество. Замкнутость $K(X, Y)$ в $L(X, Y)$. Компактность конечномерного оператора. Конечномерность компактного оператора в гильбертовом пространстве.	2
3.3	Точечный спектр компактного оператора – счётное множество	2
3.4	Сопряженный оператор в гильбертовом пространстве H . Самосопряженный оператор в H , его свойства.	2
3.5	Формулировка теоремы Гильберта-Шмидта о разложении в H произвольного вектора по ортогональной системе собственных векторов самосопряженного оператора.	2
3.6	Компактность оператора Фредгольма. Сопряженный оператор Фредгольма. Решение уравнения Фредгольма второго рода с симметрическим ядром.	2
3.7	Альтернатива Фредгольма. Единственность решения уравнения Вольтера второго рода с компактным оператором.	2
	Семинары	14

СЗ.1	Теорема Неймана о непрерывной обратимости линейного оператора $I - A$. Следствие о непрерывной обратимости оператора $A + \Delta A$. Регулярное число λ оператора A , резольвента. Открытость резольвентного множества, компактность спектра. Точечный и непрерывный спектры.	2
СЗ.2	Компактные операторы. Замыкание образа ограниченного множества – компактное множество. Замкнутость $K(X, Y)$ в $L(X, Y)$. Компактность конечномерного оператора. Конечномерность компактного оператора в гильбертовом пространстве.	2
СЗ.3	Точечный спектр компактного оператора – счётное множество	2
СЗ.4	Сопряженный оператор в гильбертовом пространстве H . Самосопряженный оператор в H , его свойства.	2
СЗ.5	Формулировка теоремы Гильберта-Шмидта о разложении в H произвольного вектора по ортогональной системе собственных векторов самосопряженного оператора.	2
СЗ.6	Компактность оператора Фредгольма. Сопряженный оператор Фредгольма. Решение уравнения Фредгольма второго рода с симметрическим ядром.	2
СЗ.7	Альтернатива Фредгольма. Единственность решения уравнения Вольтера второго рода с компактным оператором.	2
	Самостоятельная работа	28
СРЗ.1	Проработка учебного материала лекций	1.75
СРЗ.2	Подготовка к семинарам	1.75
СРЗ.3	Подготовка к контрольной работе	3
СРЗ.4	Выполнение расчетно-графической работы	15
СРЗ.5	Другие виды самостоятельной работы	6.5

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Учебная литература и дополнительные материалы [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины], обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям.
5. Комплект индивидуальных заданий.

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература по дисциплине

1. Люстерник Л. А. Краткий курс функционального анализа: учебное пособие / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-0976-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167757>. Режим доступа для авториз. пользователей.
2. Васильева А. Б. Интегральные уравнения : учебник / А. Б. Васильева, Н. А. Тихонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-0911-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167734>. Режим доступа для авториз. пользователей.
3. Колмогоров А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа: учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 572 с. — ISBN 978-5-9221-0266-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2206>. Режим доступа для авториз. пользователей.

Дополнительные материалы

4. Константинов О.Р. Лекции по функциональному анализу. <https://mipt.ru/education/chair/mathematics/study/uchebniki/Konstantinov-Lektsii-Funkan.pdf>. Режим доступа свободный.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры «Высшая математика и физика»: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k6/>
2. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России.
<http://www.gpntb.ru>.
4. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
5. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu-kaluga.ru>.
6. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
8. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
<http://biblioclub.ru>.
9. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
10. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
11. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. www.edulib.ru.
12. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
13. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершенный раздел курса. Дисциплина делится на три модуля.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов по дисциплине.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

Семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды: проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к контрольной работе, выполнение расчетно-графической работы. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

Текущий контроль проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- Контрольная работа
- Расчетно-графическая работа

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме зачета.

Методика оценки по рейтингу

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на зачете
85 – 100	Зачтено
71 – 84	Зачтено
60 – 70	Зачтено
0 – 59	Не зачтено

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ

Информационные технологии:

- Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.
- e-mail преподавателя для оперативной связи: nshipov@mgul.ac.ru

Программное обеспечение:

- Microsoft Office
- PowerPoint
- Windows

Информационные справочные системы:

- Общероссийский математический портал: <http://www.mathnet.ru/>
- Образовательный математический сайт: <http://www.exponenta.ru/>
- База знаний и набор вычислительных алгоритмов, вопросно-ответная система: <https://www.wolframalpha.com/>

Профессиональные базы данных:

- Научная библиотека естественно-научных изданий: www.scask.ru
- Научная библиотека избранных естественно-научных изданий: <https://elementy.ru/>

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ,
НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Семинары	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Люстерник, Л. А. Краткий курс функционального анализа : учебное пособие / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-0976-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167757>
2. Васильева, А. Б. Интегральные уравнения : учебник / А. Б. Васильева, Н. А. Тихонов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-0911-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167734>
3. Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 572 с. — ISBN 978-5-9221-0266-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2206>

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mozilla Thunderbird

Преподаватель кафедры:

Шипов Н.В., доцент (к.н.), кандидат физико-математических наук, доцент, shipov@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры К6

«Высшая математика и физика»

Протокол № 6 от 11.04.2023 г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 572 с. — ISBN 978-5-9221-0266-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2206>

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mozilla Thunderbird

Преподаватель кафедры:

Шипов Н.В., доцент (к.н.), кандидат физико-математических наук, доцент, shipov@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры К6

«Высшая математика и физика»

Протокол № 8 от 09.04.2024 г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины

Литература по дисциплине:

1. Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 572 с. — ISBN 978-5-9221-0266-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2206>

2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:

10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mozilla Firefox
- OpenOffice

Преподаватель кафедры:

Шипов Н.В., доцент (к.н.), кандидат физико-математических наук, доцент, shipov@bmstu.ru