

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2.2	Теория обобщённых и специальных функций

Код направления подготовки	01.03.04
Направление подготовки	Прикладная математика
Наименование ОПОП (профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
Год начала подготовки	2012
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Разработчик:

Должность	Ученая степень, звание	Подпись	ФИО
Доцент кафедры высшей математики	Кандидат физ.-мат. наук, ст. н. с., доцент		Фролов Владимир Михайлович

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики:

Должность	Подпись		Ученая степень и звание, ФИО	
Зав. кафедрой высшей математики			Доктор тех. наук, профессор, Фриштер Людмила Юрьевна	
год обновления	2014	2015	2016	
Номер протокола	№	№1		
Дата заседания кафедры		31.08.2015		

Рабочая программа утверждена и согласована:

Подразделение / комиссия	Должность	ФИО	Подпись	Дата
Методическая комиссия	Председатель	Широкова О.Л.		
НТБ	Директор	Ерофеева О.Р.		
ЦОСП	Начальник	Беспалов А.Е.		

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория обобщённых и специальных функций» является развитие логического, абстрактного и алгоритмического мышления; овладение основными методами решения и исследования задач теории обобщённых и специальных функций; выработка навыков математического исследования инженерных задач (перевод реальной задачи на математический язык, построение математической модели, выбор математического метода ее решения, применение программного обеспечения при решении задачи на компьютере или создание своей программы, оценка полученного результата), развитие необходимой интуиции в вопросах приложения математики; формирование личности студента, как высококвалифицированного специалиста, развитие его интеллекта.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования.	ОПК-2	Знает основные технические приемы и методы теории обобщённых и специальных функций.	З1
		Умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач обобщённых и специальных функций.	У1
		Имеет навыки владения основными методами теории обобщённых и специальных функций	Н1
способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат	ПК-9	Знает базовые понятия теории обобщённых и специальных функций и задачи математической физики, в которых они применяются.	З2
		Умеет дифференцировать и интегрировать обобщённые функции, вычислять свёртки обобщённых функций, находить фундаментальные решения дифференциальных операторов.	У2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов	ПК-10	Знает основные модели теории обобщённых и специальных функций, а также область их практического применения.	ЗЗ
способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	ПК-12	Имеет навыки расширения своих математических познаний по разделу теория обобщённых и специальных функций	Н4

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория обобщённых и специальных функций» относится к базовой части блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению 01.03.04 «Прикладная математика» и является обязательной к изучению.

Дисциплина «Теория обобщённых и специальных функций» базируется на знаниях, умениях и навыках полученных студентами в ходе изучения школьного курса математики.

Требования к входным знаниям, умениям студентов.

Для освоения дисциплины «Теория обобщённых и специальных функций» студент должен:

Знать: алгебру; геометрию; математический анализ, ряды.

Уметь: решать дифференциальные уравнения и уравнения математической физики.

Владеть: навыками дифференциального и интегрального исчисления.

Дисциплина «Теория обобщённых и специальных функций» является заключительной при изучении высшей математики и изучается параллельно с дисциплиной «Функциональный анализ».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачётных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц 216 акад. часов.
(1 зачётная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися					КСР		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия			Самостоятельная работа			
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые консультации по КП/КР				
1	Основные понятия и задачи теории обобщённых функций. Основные и обобщённые функции.	5	1-4	4		9			8		
2	Дифференцирование и интегрирование обобщённых функций.	5	5-9	5		9			10		
3	Свёртка обобщённых функций.	5	10-13	5		9		9	6	Контрольная работа 1: "Обобщённые функции"	
4	Обобщённые функции медленного роста.	5	14-18	4		9		9	12	Контрольная работа 2: "Обобщённые функции"	
	<i>Итого:</i>	5	18	18		36		18	36	<i>Зачёт с оценкой</i>	
5	Основные понятия и задачи теории специальных функций. Эйлеровы интегралы.	6	1-7	2		4			6		
6	Ряды Фурье. Интеграл Фурье.	6	8-16	4		6		4	6	Контрольная работа: "Специальные функции."	
7	Ортогональные полиномы.	6		2		8			14		

8	Цилиндрические функции.	6		4		4			9	
9	Приложения специальных функций к задачам математической физики.	6		4		10		5	16	Расчетная работа: "Специальные функции."
	<i>Итого:</i>	6	16	16		32		9	51	<i>Зачёт</i>
	ИТОГО:	5, 6	34	34		68		27	87	Зачёт с оценкой, зачёт

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение. Цели и задачи раздела "Теория обобщённых функций". Пространства основных и обобщённых функций.	<p>1.1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Роль обобщённых функций в структуре современной математики, механики и физики.</p> <p>1.2. Пространство основных функций D. Пространство обобщённых функций D'. Примеры обобщённых функций: регулярные обобщённые функции, δ-функция, $\mathcal{P} \frac{1}{x}, \frac{1}{x \pm i0}$. Формулы Сохоцкого. Сходимость обобщённых функций. Дельта-образные последовательности. Теорема о пределе дельта-образных последовательностей.</p> <p>1.3. Плотность тела, вся масса которого сосредоточена в одной точке.</p> <p>1.4. Линейная замена переменных в обобщённых функциях.</p> <p>1.5. Умножение обобщённых функций.</p>	4
2	Дифференцирование и интегрирование обобщённых функций.	<p>2.1. Производная обобщённой функции. Свойства обобщённых производных.</p> <p>2.2. Первообразная обобщённой функции. Примеры.</p>	5
3	Свёртка обобщённых функций.	<p>3.1. Прямое произведение обобщённых функций.</p> <p>3.2. Свёртка обобщённых функций, определение, свойства, примеры вычисления.</p> <p>3.3. Ньютоновы потенциалы – примеры свёрток.</p> <p>3.4. Фундаментальные решения дифференциальных уравнений.</p>	5
4	Обобщённые функции	4.1. Пространство основных функций S . Пространство обобщённых функций медленного роста S' . Примеры.	4

	медленного роста.	4.2. Преобразование Фурье основных функций и обобщённых функций медленного роста. Примеры вычисления.	
5	Цели и задачи раздела “Теория специальных функций”. Эйлера интегралы.	5.1. Роль специальных функций в современной математике, механике. 5.2. Интегралы, зависящие от параметра, и их свойства. 5.3. Равномерная сходимости интегралов к предельной функции. 5.4. Эйлера интегралы первого и второго рода (Бета-функция и Гамма-функция) и их свойства. Связь интегралов первого и второго рода.	2
6	Ряды Фурье. Интеграл Фурье.	6.1. Ортогональные системы функций. 6.2. Ряды Фурье по ортогональным системам. Равномерная сходимости ряда Фурье. 6.3. Интеграл Фурье.	4
7	Ортогональные полиномы.	7.1. Весовые классы квадратично интегрируемых функций. Линейная зависимость и независимость системы функций. 7.2. Построение систем ортогональных алгебраических полиномов. Полнота системы ортогональных полиномов и их алгебраические свойства. 7.3. Полиномы Чебышева первого и второго рода. Определение, алгебраические и асимптотические свойства. Ряды Фурье по полиномам Чебышева. 7.4. Полиномы Лежандра. Определение, алгебраические свойства и асимптотика. Присоединённые функции Лежандра. Ряды Фурье по ортогональным полиномам Лежандра. 7.5. Сферические функции. Ортогональность и норма. Разложение по сферическим функциям.	2
8	Цилиндрические функции.	8.1. Цилиндрические функции как решения уравнения Бесселя. Простейшие свойства функций Бесселя. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя. Функции с полуцелым значком. 8.2. Функции Ханкеля и Неймана. 8.3. Цилиндрические функции чисто мнимого аргумента. Ортогональность и норма. Полнота системы функций Бесселя. Разложение по функциям Бесселя. Асимптотические формулы. Приложения.	4
9	Приложения специальных функций к задачам математической физики.	9.1. Задача об отыскании стационарного распределения температуры в теле заданной формы по известному распределению температуры на его поверхности и функции Бесселя. 9.2. Задача электростатики об определении поля точечного заряда, помещенного внутри полой проводящей сферы на заданном расстоянии от центра, и полиномы Лежандра. 9.3. Уравнение Шредингера. 9.4. Движение электрона в кулоновом поле. Другие задачи.	4

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные и обобщённые функции.	1.1. Основные функции. Определение и простейшие свойства обобщённых функций. 1.2. Операции сложения, умножения на число и на функцию. 1.3. Сдвиги, повороты и другие линейные преобразования в области независимых переменных.	9
2	Дифференцирование и интегрирование обобщённых функций.	2.1. Производные обобщённых функций. Свойства обобщённых производных. Дифференцирование кусочно-гладких функций и дифференцирование произведения. 2.2. Первообразная обобщённой функции. Примеры.	9
3	Свёртка обобщённых функций.	3.1. Прямое произведение и свёртка обобщённых функций. Примеры вычисления свёртки. 3.2. Дифференцирование свёртки. 3.3. Потенциалы, их свойства и вычисление.	9
4	Обобщённые функции медленного роста.	4.1. Вычисление преобразований Фурье обобщённых функций медленного роста. 4.2. Вычисление обратных преобразований Фурье. 4.3. Фундаментальные решения линейных дифференциальных операторов.	9
5	Эйлеровы интегралы.	5.1. Гамма-функция и Бета-функция, их свойства. Решение задач.	4
6	Ряды Фурье.	Ряды Фурье по ортогональным системам функций.	6
7	Ортогональные полиномы.	7.1. Построение систем ортогональных полиномов. 7.2. Примеры разложения функций в ряды по ортогональным полиномам.	8
8	Цилиндрические функции.	8.1. Цилиндрические функции произвольного порядка. 8.2. Цилиндрические функции целого и полуцелого порядков. Асимптотическое поведение. Нули. 8.3. Теоремы сложения. 8.4. Разложение в ряды по цилиндрическим функциям. 8.5. Вычисление значений цилиндрических функций на ЭВМ.	4
9	Приложения специальных функций к задачам математической физики.	9.1. Задачи теплопроводности, диффузии, колебаний в областях с круговой или цилиндрической симметрией. 9.2. Применение метода частных решений к краевой задаче для сферической области. 9.3. Другие задачи.	10

5.4. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание работы	Кол-во акад. часов
1	Основные понятия и задачи теории обобщённых функций. Основные и обобщённые функции.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, подготовка к контрольной работе №1. Подготовка к зачёту.	8
2	Дифференцирование и интегрирование обобщённых функций.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, подготовка к контрольной работе №1. Подготовка к зачёту.	10
3	Свёртка обобщённых функций.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, выполнение контрольной работы №1. Подготовка к зачёту.	6
4	Обобщённые функции медленного роста.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, выполнение контрольной работы №2. Подготовка к зачёту.	12
5	Основные понятия и задачи теории специальных функций. Эйлеровы интегралы.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, подготовка к контрольной работе «Специальные функции». Подготовка к зачёту.	6
6	Ряды Фурье. Интеграл Фурье.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, выполнение контрольной работы «Специальные функции». Подготовка к зачёту.	6
7	Ортогональные полиномы.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, подготовка к расчётной работе «Специальные функции». Подготовка к зачёту.	14
8	Цилиндрические функции.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, подготовка к расчётной работе «Специальные функции». Подготовка к зачёту.	9
9	Приложения специальных функций к задачам математической физики.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач, выполнение расчётной работы «Специальные функции». Подготовка к зачёту.	16

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключается в закреплении,

расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Теория обобщённых и специальных функций» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчётного проектирования.

В разделе «Основные понятия и задачи теории обобщённых функций» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Проблема регуляризации расходящихся интегралов. Обобщённые функции нескольких переменных».

В разделе «Дифференцирование и интегрирование обобщённых функций» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Примеры дельта-образных последовательностей. Дифференциальные уравнения с обобщёнными функциями».

В разделе «Свёртка обобщённых функций» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Вычисление потенциалов и их физический смысл».

В разделе «Обобщённые функции медленного роста» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Преобразование Лапласа обобщённых функций. Схема применения преобразования Фурье для нахождения фундаментальных решений. Функция Грина для краевых задач на отрезке. Фундаментальное решение оператора Гельмгольца. Фундаментальные решения и функция Грина для уравнений с частными производными».

В разделе «Ортогональные полиномы» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Полиномы Эрмита. Полиномы Лагерра. Полиномы Якоби».

В разделе «Цилиндрические функции» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Понятие об интегральных представлениях цилиндрических функций. Функция Эйри».

В разделе «Приложения специальных функций к задачам математической физики» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Полиномы Чебышева-Эрмита».

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносятся на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения математических задач. Необходима выработка первичных навыков математического исследования инженерных задач (перевод реальной задачи на математический язык, построение математической модели, выбор нужного математического метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата) на примерах задач специальности (теоретическая механика, физика, сопротивление материалов, строительная механика, гидравлика и др.), развитие с этой целью необходимой интуиции в вопросах приложения математики.

При подготовке к сдаче зачёта рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы.

Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

Для подготовки к написанию контрольной работы надо повторить теоретический материал, изложенный на лекциях, затем приступить к решению задач. Вначале надо изучить задачи, разобранные на практических занятиях, а затем самостоятельно решить аналогичные задачи и примеры.

Большое значение для активизации самостоятельной работы студентов имеет выполнение расчётно-графических работ (РГР) в аудитории под руководством преподавателя. Это элемент обучения студента, преподаватель отмечает ошибки и даёт рекомендации студенту.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

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

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)			
	1	2	3	4
ОПК-2	+	+	+	+
ПК-9	+	+	+	+
ПК-10	+	+	+	+
ПК-12	+	+	+	+

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания						Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль				Промежуточная аттестация		
		Контрольная работа №1	Контрольная работа №2	Контрольная работа «Специальные функции»	Расчётная работа «Специальные функции»	Зачёт с оценкой	Зачёт	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-2	31					+	+	+
	У1	+	+	+	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+	+	+	+
ПК-9	32					+	+	+
	У2	+	+	+	+	+	+	+
ПК-10	33			+	+	+	+	+
ПК-12	Н4			+	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+	+	+	+

7.2.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Дифференцированного зачёта

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Обучающийся не знает значительной части теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий.	Обучающийся имеет знания только основных технических приемов и методов действий с обобщёнными и специальными функциями, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении	Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	Обучающейся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает основные технические приемы и методы обобщённых и специальных функций; свободно справляется с задачами; использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Обучающейся анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.
У1	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приемы решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки в решении задач, необходимые практические компетенции не сформированы	Частично освоено использование алгоритмических приемов решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций. Пробелы не носят существенного характера. Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются	Обучающийся твердо знает алгоритмические приемы решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций, грамотно и по существу излагает, не допуская существенных неточностей в решении. Все предусмотренные программой обучения учебные задания вы-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил алгоритмические приемы решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает, умеет тесно увязывать теорию с прак-

	рованы.	ошибки, при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в решении.	полнены, качество их выполнения достаточно высокое.	тикой, свободно справляется с задачами, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал из литературы, правильно обосновывает принятое решение.
Н1	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы, или не выполняет совсем.	Большинство предусмотренных программой заданий по обобщённым и специальным функциям выполнено обучающимся, но в них имеются ошибки, неточности.	Обучающийся владеет необходимыми методами теории обобщённых и специальных функций.	Все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
32	Обучающийся не знает значительной части базовых понятий и теорем теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных базовых понятий и теорем теории обобщённых и специальных функций, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.	Обучающийся твердо знает базовые понятия и теоремы теории обобщённых и специальных функций, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	Базовые понятия и теоремы теории обобщённых и специальных функций освоены полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагает материал.
У2	Обучающийся не может формализовать задачи математической физики.	Обучающийся в основном может формализовать задачи теории обобщённых и специальных функций, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.	Обучающийся может формализовать задачи математической физики.	Обучающийся в может точно формализовать задачи математической физики, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.
33	Обучающийся не может увязывать теорию с практикой.	Обучающийся имеет знания только по некоторым основным моделям теории обобщённых и специальных функций, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.	Обучающийся правильно применяет модели теории обобщённых и специальных функций при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил основные модели теории обобщённых и специальных функций, а также область их практического применения, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его

				излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами.
Н4	Не продемонстрировал навыки самостоятельной работы.	Навыки самостоятельной работы продемонстрированы частично, не все темы изучены полностью.	Навыки самостоятельной работы обучающимся продемонстрированы.	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагает материал.

7.2.3. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Защиты курсовой работы/проекта*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

7.2.4. *Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачёта*

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	Обучающийся не знает значительной части приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных технических приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении
У1	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки, необходимые практические компетенции не сформированы.	Частично освоено использование алгоритмических приёмов решения стандартных задач на обобщённые и специальные функции. Пробелы не носят существенного характера. Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в решении.
Н1	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы или не выполняет совсем.	Большинство предусмотренных программой заданий по теории обобщённых и специальных функций выполнено обучающимся, но в них имеются ошибки, неточности.
32	Обучающийся не знает значительной части приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных технических приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении
У2	Не умеет самостоятельно использо-	Частично освоено использование алгоритмиче-

	вать алгоритмические приёмы решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки, необходимые практические компетенции не сформированы.	ских приёмов решения стандартных задач на обобщённые и специальные функции. Пробелы не носят существенного характера. Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в решении.
Н2	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы или не выполняет совсем.	Большинство предусмотренных программой заданий по теории обобщённых и специальных функций выполнено обучающимся, но в них имеются ошибки, неточности.
Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	Обучающийся не знает значительной части приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных технических приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении
У1	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки, необходимые практические компетенции не сформированы.	Частично освоено использование алгоритмических приёмов решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций. Пробелы не носят существенного характера. Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в решении.
Н1	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы или не выполняет совсем.	Большинство предусмотренных программой заданий по теории обобщённых и специальных функций выполнено обучающимся, но в них имеются ошибки, неточности.
32	Обучающийся не знает значительной части приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания только основных технических приёмов и методов теории обобщённых и специальных функций, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки и нарушения логической последовательности в изложении.
У2	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций, допускает существенные ошибки, необходимые практические компетенции не сформированы.	Частично освоено использование алгоритмических приёмов решения стандартных задач теории обобщённых и специальных функций. Пробелы не носят существенного характера. Большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности в решении.
Н2	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы или не выполняет совсем.	Большинство предусмотренных программой заданий по теории обобщённых и специальных функций выполнено обучающимся, но в них имеются ошибки и неточности.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

7.3.1. Текущий контроль

В течение преподавания дисциплины "Теория обобщённых функций и специальные функции" в качестве форм текущей аттестации используются такие формы, как контрольные работы, выполнение расчётно-графических работ, проведение контролируемых и развивающих тестов с применением ЭВМ.

Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной успеваемости: контролируется выполнение студентами расчётно-графических работ и проводятся контрольные работы.

Контрольная работа 1 (КР1) (5 семестр)

1. Найти $\lim_{\varepsilon \rightarrow +0} \frac{1}{\varepsilon} \sin \frac{1}{\varepsilon}$ в $D'(R^1)$.

2. Вычислить производные порядка 1, 2, 3 функции $y = |x| \sin x$.

3. Показать, что функционал $\mathcal{P} \frac{1}{x^2}$, действующий по формуле

$$\left(\mathcal{P} \frac{1}{x^2}, \varphi \right) = Vp \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\varphi(x) - \varphi(0)}{x^2} dx, \text{ где } \varphi \in D, \text{ - сингулярная обобщённая функция.}$$

4 Доказать: $\frac{d}{dx} \mathcal{P} \frac{1}{x} = -\mathcal{P} \frac{1}{x^2}$, где $\mathcal{P} \frac{1}{x^2}$ определён в задаче 2.

5. Вычислить в $D'(R^1)$:

а) $\theta(x) * \theta(x)$; б) $e^{-ax^2} * x e^{-ax^2}$, $a > 0$; в) $\theta(x)x^2 * \theta(x) \sin x$.

Контрольная работа 2 (КР2) (5 семестр)

1. Найти фундаментальное решение оператора $L = \frac{d^2}{dx^2} + 2 \frac{d}{dx} - 1$, т.е. функцию $u(x)$ такую, что $u'' + 2u' - u = \delta(x)$ в R^1 , где $\delta(x)$ – дельта-функция, $\langle \delta(x), \varphi \rangle = \varphi(0) \quad \forall \varphi(x) \in C_o^\infty(R^1)$. Единственно ли такое решение?

2. Вычислить в $D'(R^1)$:

а) $\theta(x) * \theta(x)$; б) $e^{-ax^2} * x e^{-ax^2}$, $a > 0$; в) $\theta(x)x^2 * \theta(x) \sin x$.

3. Вычислить преобразование Фурье следующих обобщённых функций:

а) $\theta(x - a)$; б) $\mathcal{P} \frac{1}{x^2}$, функционала, действующего по формуле: $\left(\mathcal{P} \frac{1}{x^2}, \varphi \right) = Vp$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\varphi(x) - \varphi(0)}{x^2} dx, \varphi \in D; \text{ в) } |x|.$$

4). Проверить, что функция $-\frac{e^{ikr}}{4\pi r}$, где $r = |x|$, является фундаментальным решением оператора Гельмгольца $\Delta + k^2$ в R^3 .

Контрольная работа 1 (КР1) (6 семестр)

1. С помощью дифференцирования по параметру вычислить интегралы:

а) $\int_0^1 x^m (\ln x)^n dx$, (m, n – целые, положительные числа).

(Указание: рассмотреть $\int_0^1 x^m dx$).

б) $\int_0^1 \frac{\operatorname{arctg}(\lambda x)}{x\sqrt{1-x^2}} dx$.

2. С помощью эйлеровых интегралов вычислить следующие интегралы:

а). $\int_0^1 \sqrt{x-x^2} dx$, б). $\int_0^a x^2 \sqrt{a^2-x^2} dx$, в). $\int_0^{+\infty} x^m e^{-x} dx$.

3. Найти преобразование Фурье для функции $f(x)$, если:

а). $f(x) = e^{-\alpha|x|}$, $\alpha > 0$, б). $f(x) = xe^{-\alpha|x|}$, $\alpha > 0$.

4. Представить интегралом Фурье следующую функцию:

$$f(x) = \begin{cases} \sin x, & \text{если } |x| \leq \pi, \\ 0, & \text{если } |x| > \pi. \end{cases}$$

Образец РГР по теме “Специальные функции” (6-ой семестр).

1. Найти колебания круглой мембраны радиуса r ($0 \leq r \leq r_0$) с закреплённым краем в среде без сопротивления, вызванные равномерно распределённым давлением $p = p_0 \sin \omega t$, $0 < t < +\infty$, приложенным к одной стороне мембраны. Разобрать: а) случай отсутствия резонанса; б) случай резонанса.

2. Решить задачу об остывании шара радиуса r_0 , на поверхности которого поддерживается температура, равная нулю. Начальная температура шара равна

$$u|_{t=0} = f(r, \varphi, z); \quad 0 \leq r \leq r_0; \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi; \quad 0 < z < l.$$

3. Плоская звуковая волна распространяется в направлении, перпендикулярном к оси бесконечно жесткого цилиндра радиуса a . Найти рассеянную волну. Рассмотреть случаи больших и малых расстояний от цилиндра. Вычислить интенсивность рассеянной волны, а также исследовать зависимость характеристики направленности рассеянной волны от длины волны. Вычислить полную мощность в звуковой волне, рассеянной на единице длины цилиндра, для предельных случаев коротких и длинных волн. Найти силу, действующую на цилиндр.

4. Построить решение задачи о рассеянии плоской звуковой волны на сферическом препятствии. Вычислить интенсивность рассеянной волны и полную рассеянную мощность для случая $ka \ll 1$, где $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, λ – длина волны, a – радиус сферы.

5. а) Вне бесконечного проводящего круглого цилиндра $0 \leq r \leq r_0$ в момент $t = 0$ мгновенно установилось постоянное магнитное поле H_0 , параллельное оси цилиндра. Найти напряжённость магнитного поля внутри цилиндра при нулевых начальных условиях. Найти поток магнитной индукции через поперечное сечение цилиндра.

б) Решить эту задачу, если напряжённость внешнего магнитного поля равна $H = H_0 \cos \omega t$, $H_0 = const$, $0 < t < +\infty$.

Образец компьютерных тестов для текущего контроля по теме “Обобщённые функции” (5 семестр).

1. Найти предел:

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\varepsilon}{\pi(x^2 + \varepsilon^2)} \quad (\varepsilon > 0).$$

Варианты ответа: 1) 0; 2) $\delta(x)$; 3) $\frac{1}{2}$; 4) 1.

2. Найти производную обобщённой функции:

$$\theta(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0, \\ 1, & \text{если } x > 0. \end{cases}$$

Варианты ответа: 1) 0; 2) $\delta(x)$; 3) 2; 4) $-\delta(x)$.

3. Найти производную обобщённой функции $\ln |x|$.

Варианты ответа: 1) $\frac{1}{x}$; 2) $\frac{1}{|x|}$; 3) $\frac{\delta(x)}{x}$; 4) $\frac{\theta(x)}{x}$.

4. Найти $|x|''$.

Варианты ответа: 1) 0; 2) $2\delta(x)$; 3) $\theta(x)$; 4) 1.

5. Найти $\frac{\partial}{\partial \alpha} \delta(\alpha x)$.

Варианты ответа: 1) $-\frac{1}{\alpha^2} \delta(x)$; 2) $\alpha \delta(\alpha x)$; 3) $\alpha \delta(x)$; 4) $\frac{1}{\alpha} \theta(\alpha x)$.

6. Фундаментальным решением линейного дифференциального оператора A называется такая обобщённая функция $e(x)$, для которой $Ae(x) = \delta(x)$.

Найти фундаментальные решения, если

а). $A = \frac{d}{dx}$.

Варианты ответа: 1) $\theta(x)$; 2) $\delta(x)$; 3) e^x ; 4) 1.

б). $A = \frac{d^2}{dx^2}$.

Варианты ответа: 1) $\sin x$; 2) $\delta(x)$; 3) $\frac{1}{2}|x|$; 4) $\theta(x)$.

Образец компьютерных тестов для текущего контроля по теме “Специальные функции” (6 семестр).

1. Найти $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)$.

Варианты ответа: 1) 0; 2) $\sqrt{\pi}$; 3) $\frac{1}{\pi}$; 4) 1.

2. Найти $\Gamma\left(-\frac{1}{2}\right)$.

Варианты ответа: 1) $\sqrt{\pi}$; 2) $\sqrt{\pi}$; 3) $\frac{1}{\pi}$; 4) 2.

3. Какая функция является решением уравнения:

$$z^2 y''(z) + zy'(z) + z^2 = 0 ?$$

Варианты ответа: 1) $J_0(z)$; 2) $I_0(z)$; 3) $J_1(z)$; 4) $I_1(z)$.

(Обозначения: $J_0(z), J_1(z)$ – функции Бесселя I рода порядка 0 и 1;

$I_0(z), I_1(z)$ – модифицированные функции Бесселя I рода порядка 0 и 1.)

4. Найти $\frac{d}{dz}(z^\nu J_\nu(z))$.

Варианты ответа: 1) $z^\nu J_\nu(z)$; 2) $J_\nu(z)$; 3) $z^\nu J_{\nu-1}(z)$; 4) $z^{\nu-1} J_\nu(z)$.

(Обозначение: $J_\nu(z)$ – функция Бесселя I рода порядка ν .)

5. Вычислить

$$\int_{-1}^1 x P_m(x) dx, \text{ если } (m \neq 1), P_m(x) \text{ – полином Лежандра } m\text{-ой степени.}$$

Варианты ответа: 1) $\sqrt{\pi}$; 2) 1; 3) $\frac{2}{2m+1}$; 4) 0.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Зачёты проводятся в 5-ом и 6-ом семестрах. К зачёту в 5-ом семестре допускаются студенты, написавшие контрольные работы с оценкой “зачтено”, в 6-ом семестре – сдавшие расчётную работу и прошедшие контролирующие тесты с оценкой “зачтено”. Зачёты проводятся в письменной форме. Они включают в себя подготовку и ответ экзаменуемого на теоретические вопросы и решение задач по изученной части программы.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины.

Вопросы к зачёту “Теория обобщённых функций” (5-й семестр).

1. Пространства основных и обобщённых функций. Регулярные и сингулярные обобщённые функции.

2. Формулы Сохоцкого.
3. Сходимость обобщённых функций. Дельта-образные последовательности. Теорема о пределе дельта-образных последовательностей.
4. Линейная замена переменных в обобщённых функциях. Операции сложения, умножения на число и на функцию.
5. Производные обобщённых функций. Свойства обобщённых производных.
6. Первообразная обобщённых функций.
7. Прямое произведение обобщённых функций.
8. Свёртка обобщённых функций. Свойства свёртки. Существование свёртки.
9. Ньютоновы потенциалы – примеры свёрток.
10. Обобщённые функции медленного роста. Примеры.
11. Преобразование Фурье обобщённых функций медленного роста.
12. Преобразование Фурье свёртки.
13. Обобщённые решения линейных дифференциальных уравнений.
14. Фундаментальное решение волнового оператора.
15. Фундаментальное решение оператора теплопроводности.
16. Фундаментальное решение оператора Лапласа.

Вопросы к зачёту “Специальные функции” (6-ой семестр).

1. Интегралы, зависящие от параметра, и их свойства. Равномерная сходимость интегралов к предельной функции.
2. Эйлеровы интегралы первого и второго рода (Бета-функция и Гамма-функция) и их свойства. Связь интегралов первого и второго рода.
3. Ортогональные системы функций. Ряды Фурье по ортогональным системам. Равномерная сходимость ряда Фурье.
4. Полиномы Лежандра. Определение, алгебраические и асимптотические свойства. Присоединённые функции Лежандра. Ряды Фурье по ортогональным полиномам Лежандра.
5. Сферические функции. Ортогональность и норма. Разложение по сферическим функциям.
6. Полиномы Чебышева. Определение, алгебраические и асимптотические свойства.
7. Полиномы Эрмита, Определение, алгебраические свойства, нули, рекуррентные соотношения.
8. Полиномы Лагерра. Определение, алгебраические свойства.
9. Полиномы Якоби. Определение, алгебраические и асимптотические свойства.
10. Функции Бесселя. Свойства, рекуррентные соотношения.
11. Полнота системы функций Бесселя. Ортогональность и норма. Разложения по функциям Бесселя.
12. Функции Бесселя с полуцелым значком. Асимптотические формулы.
13. Функции Ханкеля и Неймана. Цилиндрические функции чисто мнимого аргумента.
14. Примеры приложений специальных функций к задачам механики и физики.

7.4. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО НИУ «МГСУ».

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине. Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестаци-

онных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой учебной дисциплины, а также с разрешения преподавателя, справочной литературой и калькуляторами.

Время подготовки ответа при сдаче зачёта/экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

При подготовке к устному экзамену экзаменуемый, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании экзамена) сдается экзаменатору.

При проведении устного экзамена экзаменационный билет выбирает сам экзаменуемый в случайном порядке.

Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Оценка результатов устного аттестационного испытания объявляется обучающимся в день его проведения.

Результаты выполнения аттестационных испытаний, проводимых в форме, форме компьютерного тестирования, должны быть объявлены обучающимся и выставлены в зачётные книжки не позднее следующего рабочего дня после их проведения.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий в НТБ НИУ МГСУ	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
1	Обобщённые функции	Я. С. Бугров, С. М. Никольский. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного. - 4-е изд., улучш. - Ростов н/Д: Феникс, 1997. - 511 с.	3	25
2	Обобщённые функции	Л. Д. Кудрявцев. Курс математического анализа: учебник для бакалавров. - Московский физико-технический институт. - 6-е изд. - Москва: Юрайт, 2012. Т. 3. - 351 с.	10	25
3	Обобщённые функции	И. Г. Араманович, В. И. Левин. Уравнения математической физики. - Изд. 2-е, стер. - М.: Наука, 1969. - 287 с.	5	25

4	Специальные функции	П. И. Романовский. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа. - Изд. 6-е, стер. - М.: Наука, 1980. - 336 с.	3	25
---	---------------------	--	---	----

Дополнительная литература:

1	Гельфанд И.М., Шилев Г.Е. Обобщённые функции и действия над ними. Вып.1. - М.: Добросвет, 2007.
2	Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения. - СПб.: Лань, 2010.
3	Никифоров А.Ф., Уваров В.Б. Специальные функции математической физики. - М.: URSS, 2008.
4	Шилев Г.Е. Математический анализ (второй специальный курс). - М.: МГУ, 1984.
6	Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. - М.: Физматлит, 2004.
7	Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. (Справочная математическая библиотека), т.1,2. - М.: Наука, 1965.
8	Грэй Э., Мэтьюз Г.Б. Функции Бесселя и их приложения к физике и механике. - М.: Изд. иностр. лит., 1949.
9	Гобсон Е.В. Теория сферических и эллипсоидальных функций. М.: Изд. иностр. лит., 1952.
10	Осиленкер Б.П. Ряды Фурье по ортогональным полиномам. - М.: МИСИ, 1987.
11	Ватсон Г.Н. Теория бесселевых функций. - М.: Изд. иностр. лит., 1949.
12	Суетин П.К. Классические ортогональные многочлены. - М.: Физматлит, 2004.
13	Владимиров В.С. (ред.) Сборник задач по уравнениям математической физики. - М.: Физматлит, 2004.
14	Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1977.
15	Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. - М.: Наука, 1980.
16	Янке Е., Эмде Ф., Леш Ф. Специальные функции. - М.: Наука, 1977.
17	Вашарин А.А., Владимиров В.С., Каримова Х.Х., Михайлов В.П., Сидоров Ю.В., Шабунин М.И. Сборник задач по уравнениям математической физики. - М.: Физматлит, 2003.- 288 с. http://www.iprbookshop.ru/25184

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник НИУ МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

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

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведёт конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчёркивание, выделений цветным маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен чётко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нём.

Вопросы, отнесённые на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;
- 2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;
- 3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносятся ключевая информация, формулы и рисунки.
- 4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нём. В случае необходимости допускается консультация с преподавателем.

При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

Не используются.

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса:

- 1) Microsoft Windows (актуальная версия)
- 2) Microsoft Office Professional (актуальная версия);
- 3) Mathematica (актуальная версия);
- 4) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

(<http://window.edu.ru>)

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?

Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине «Теория обобщённых функций и специальные функции» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах, оснащённых соответствующим оборудованием и программным обеспечением:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекция	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению 01.03.04 «Прикладная математика»