

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Институт системного анализа и управления
Кафедра распределенных информационных вычислительных систем



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

/ Деникин А.С./

« 15 » 06 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Функциональный анализ

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направленность (профиль) программы (специализация)

Математическое моделирование

Форма обучения

очная

Дубна, 2021

д.ф.-м.н., профессор. Иноземцева Н.Г.
кафедра распределенных информационных вычислительных
систем

подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки высшего образования **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Программа рассмотрена на заседании кафедры **распределенных информационных вычислительных систем**

Протокол заседания № 12 от «11» июня 2021 г.

Заведующий кафедрой д.т.н. профессор Кореньков В.В.

подпись

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой распределённых
информационно-вычислительных систем Кореньков В.В.

подпись

Эксперт (рецензент):

Помощник директора лаборатории информационных технологий
имени М.Г. Мещерякова Объединенного института ядерных
исследований по международному сотрудничеству и работе с
кадрами, к.ф.-м.н., с.н.с., Айрян Э.А.

подпись



Содержание

1	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	4
4	Объем дисциплины (модуля)	6
5	Содержание дисциплины (модуля)	6
6	Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	9
7	Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	9
8	Ресурсное обеспечение	10
	Приложение. Фонд оценочных средств	12

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Функциональный анализ» является приобретение обучающимися профессиональных компетенций в области математических методов являющихся основой профессиональных и специальных дисциплин, необходимых для математического моделирования и успешной профессиональной деятельности специалистов.

Задачи изучения дисциплины:

- понимание функционального анализа его сущности и места в системе формирования математических моделей методов моделирования физических систем
- изучение научных физических задач, приводящих к методам функционального анализа и постановкам на их основе начальных и начально-краевых задач, в том числе имеющих решение в виде специальных функций
- владение полученными знаниями и применение их при решении задач функционального анализа
- формирование у студентов способностей к анализу математических проблем и физических процессов в своей профессиональной деятельности

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к обязательной части образовательной программы по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина преподается в 4 семестре, на 2 курсе.
Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и владения (навыки), соответствующие результатам основной профессиональной образовательной программы.

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Формулирует базовые понятия, доказывает основные положения теории математических и естественно-научных дисциплин и решает типовые задачи с применением стандартных подходов.	Знать основную терминологическую базу математических и естественно-научных дисциплин, формирующую способность решать профессиональные задачи в соответствии с профилем подготовки
		Знать стандартные подходы для решения типовых задач в области математических и естественно-научных дисциплин
		Уметь доказывать основные положения теории математических и естественно-научных дисциплин
		Уметь выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук
	ОПК-1.2 Использует фундаментальный аппарат математических и естественнонаучных дисциплин для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов	Уметь использовать фундаментальный понятийный аппарат математических, естественно-научных дисциплин и методы моделирования для формализации предметных задач профессиональной деятельности
		Уметь анализировать, выбирать и применять базовые модели, методы и алгоритмы моделирования для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов
		Владеть навыками работы с учебной литературой по базовым дисциплинам математики, информатики и естественных наук
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Использует фундаментальные результаты математики и механики, классические решения математической физики для создания моделей в области профессиональных интересов	Знать фундаментальные результаты математики и механики, классические решения математической физики для создания моделей в области профессиональных интересов
		Уметь анализировать, выбирать и применять базовые математические модели, методы и алгоритмы моделирования для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов
		Владеть навыками применения

		математического аппарата к исследуемым математическим моделям.
	ОПК-3.2. Анализирует результаты теоретического и практического исследования математических моделей для решения различных задач в области профессиональной деятельности, обосновывает необходимость модифицировать вид и характер разрабатываемой математической модели	Уметь анализировать результаты теоретического и практического применения математических моделей объектов профессиональной деятельности и обосновывать необходимость модифицировать вид и характер разрабатываемой математической модели.
		Уметь модифицировать классические модели для решения различных задач в области профессиональной деятельности
		Владеть навыками анализа результатов математического моделирования и модификации разрабатываемой математической модели для решения различных задач в области профессиональной деятельности

4 Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, всего 144 академических часа.

5 Содержание дисциплины (модуля)

Очная форма обучения:

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (академ. часы)	в том числе:						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)						Самостоятельная работа обучающегося
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	КРП	...	Всего	
4 семестр								
Линейные функционалы: определение, свойства, соответствующие теоремы, примеры.		2	2	-			4	2
Пространство линейных ограниченных операторов. Равномерная сходимость. Поточечная сходимость.		2	2	-			4	2
Поточечная сходимость.		2	2	-			4	2

Теорема Банаха-Штейнхауса. Обратные операторы.								
Теоремы об обратных операторах.		2	2	-			4	2
Теоремы об обратных операторах.		2	2	-			4	2
Линейные операторы, зависящие от параметра. Регулярные значения оператора, резольвентный оператор.		2	2	-			4	2
Собственные значения и собственные элементы оператора. Резольвентное множество. Спектр оператора.		2	2	-			4	2
Пространство Банаха с базисом. Общий вид линейного ограниченного оператора.		2	2	-			4	2
Общий вид линейных функционалов. Теорема Рисса.		2	2	-			4	2
Сопряженное пространство. Рефлексивность. Сопряженные операторы. Слабая сходимость последовательности функционалов и элементов.		2	2	-			4	2
Самосопряженные операторы. Собственные значения и собственные		2	2	-			4	2

элементы оператора.								
Компактные множества. Критерий компактности в пространстве с базисом.		2	2	-			4	2
Конечномерность и компактность.		2	2	-			4	4
Вполне непрерывные компактные операторы.		2	2	-			4	4
Построение спектра оператора.		2	2	-			4	4
Линейные операторные уравнения с компактными операторами. Примеры решения операторных уравнений с параметром.		2	2	-			4	2
Линейные операторные уравнения с компактными операторами. Примеры решения операторных уравнений с параметром.		2	2	-			4	2
Промежуточная аттестация: экзамен	36	X						
Итого за семестр	<i>144</i>	34	34				68	40

Содержание дисциплины (модуля)

№	Содержание раздела
Раздел 1	Линейные пространства, операторы и функционалы.
Раздел 2	Линейные операторы и их свойства.
Раздел 3	Собственные значения и собственные элементы операторов Свойства операторов.
Раздел 4	Компактные множества и операторы.
Раздел 5	Интегральные уравнения.

При реализации дисциплины организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью (34 часа).

Практическая подготовка при изучении дисциплины реализуется непосредственно в университете.

6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

Для обеспечения реализации программы дисциплины (модуля) разработаны:

- методические материалы к лекционным и практическим (семинарским) занятиям;
- методические рекомендации для преподавателя;
- методические материалы по организации самостоятельной работы обучающихся;
- методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий и проч.
- методические материалы по организации изучения дисциплины (модуля) с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- методические рекомендации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по освоению программы дисциплины (модуля).

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» - Образование - Образовательные программы).

7 Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине (модулю) разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции. Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

8 Ресурсное обеспечение

Перечень литературы

Основная литература

1. А.Н.Колмогоров, С.В.Фомин. «Элементы теории функций и функционального анализа». М. Физматлит. 2004, 2006.
2. В.А.Треногин. «Функциональный анализ». М. Физматлит. 2002, 2007.
3. В.А.Треногин, Б.М.Писаревский, Т.С.Соболева. «Задачи и упражнения по функциональному анализу». М. Физматлит, 2005.
4. В.В.Городецкий, Н.И. Нагнибида, П.П.Настасиев. «Методы решения задач по функциональному анализу». М. книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.

Дополнительная литература

1. Ю.С.Очан. «Сборник задач и теорем по теории функций действительной переменной». М. Просвещение, 1983.
2. В.А.Петров, Н.Я.Виленкин, М.И.Граев. «Элементы функционального анализа в задачах». М. Просвещение, 1978.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы и базы данных

- 1 Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 2 Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ». biblio-online.ru
- 3 Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru
- 4 Электронно-библиотечная система Znanium.com <https://new.znaniy.com/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

- 1 Электронные ресурсы издательства «Elsevier» на платформе «ScienceDirect» www.sciencedirect.com
- 2 Базы данных компании EBSCO Publishing: <http://search.ebscohost.com/>
- 3 БД российских научных журналов на Elibrary.ru (РУНЭБ): <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
- 4 <http://www.scopus.com/home.url>
- 5 Web of Science webofknowledge.com
- 6 Национальная электронная библиотека (НЭБ) <http://нэб.рф/>

Необходимое программное обеспечение

Используется лицензионное программное обеспечение:

— Microsoft Office,

Необходимое материально-техническое обеспечение

Специализированный компьютерный класс (например, ауд. 1-210), подключенный к сети Интернет и к локальной сети университета, обеспечивающей доступ к программному обеспечению и ЛМС системы MOODLE для проведения семинарских занятий.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

– обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: функцию «сенсорная клавиатура», «управление указателем мыши с клавиатуры», специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами или накладки «Клавита»;

– обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10, Vista, XP. Студенты с полным отсутствием зрения могут использовать тексты, напечатанные шрифтом Брайля, а для набора текста на компьютере – клавиатуры Брайля;

– обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться индивидуальными техническими средствами (аппараты «Глобус», «Монолог», индивидуальными слуховыми аппаратами, компьютерной аудиогарнитурой, наушниками и др.) при прослушивании необходимой информации, а также услугами сурдопереводчика.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (образовательная программа, учебники, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Функциональный анализ

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направленность (профиль) программы (специализация)

Математическое моделирование

Форма обучения

очная

Для 2021 года набора

Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль Математическое моделирование) с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в картах компетенций образовательной программы.

Перечень компетенций выпускников образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика (профиль Математическое моделирование), в формировании которых участвует данная дисциплина представлен в разделе 3 рабочей программы дисциплины.

Указание результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования представлено ниже.

Описание шкал оценивания

Критерии оценивания ответов студентов на экзамене:

Оценка «отлично»	Студент показывает не только высокий уровень теоретических знаний по изучаемой дисциплине, но и видит междисциплинарные связи. Умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично. Материал излагается четко, ясно, аргументировано. Уместно используется информационный и иллюстративный материал.
Оценка «хорошо»	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Оценка «удовлетворительно»	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Оценка «неудовлетворительно»	Студент показывает слабый уровень теоретических знаний, не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на дополнительные вопросы или затрудняется с ответом на них.

Описание шкал оценивания для различных заданий, выполняемых в рамках текущего контроля, представлено в методических материалах, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУР Ы ОЦЕНИВА НИЯ
	1	2	3	4	5	
Знает основную терминологическую базу математических и естественно-научных дисциплин, формирующую способность решать профессиональные задачи в соответствии с профилем подготовки	Отсутствие знаний	Слабое, фрагментарное знание. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное знание. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Знает стандартные подходы для решения типовых задач в области математических и естественно-научных дисциплин	Отсутствие знаний	Слабое, фрагментарное знание. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное знание. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Умеет доказывать основные положения теории математических и естественно-научных дисциплин естественно-научных дисциплин	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>

Умеет выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Умеет использовать фундаментальный понятийный аппарат математических, естественно-научных дисциплин и методы моделирования для формализации предметных задач профессиональной деятельности	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Умеет анализировать, выбирать и применять базовые модели, методы и алгоритмы моделирования для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Владеет навыками работы с учебной литературой по базовым дисциплинам математики, информатики и естественных наук	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>

ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИ Я
	1	2	3	4	5	
Знает фундаментальные результаты математики и механики, классические решения математической физики для создания моделей в области профессиональных интересов	Отсутствие знаний	Слабое, фрагментарное знание. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное знание. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Умеет анализировать, выбирать и применять базовые математические модели, методы и алгоритмы моделирования для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Владеет навыками применения математического аппарата к исследуемым математическим моделям.	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>

Умеет анализировать результаты теоретического и практического применения математических моделей объектов профессиональной деятельности и обосновывать необходимость модифицировать вид и характер разрабатываемой математической модели.	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Умеет модифицировать классические модели для решения различных задач в области профессиональной деятельности	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>
Владеет навыками анализа результатов математического моделирования и модификации разрабатываемой математической модели для решения различных задач в области профессиональной деятельности	Отсутствие умений	Слабое, фрагментарное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	В целом успешное, но не структурированное умение. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение. Не допускает ошибок.	<i>Выполнение простого практического контрольного задания</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Перечень вопросов к зачету

№	Вопрос	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
1	Линейные функционалы: определение, свойства, соответствующие теоремы, примеры.	ОПК-1	Линейные функционалы: определение, свойства, соответствующие теоремы, примеры.
2	Пространство линейных ограниченных операторов. Равномерная сходимость.	ОПК-1	Пространство линейных ограниченных операторов. Равномерная сходимость.
3	Пространство линейных ограниченных операторов. Поточечная сходимость.	ОПК-1	Пространство линейных ограниченных операторов. Поточечная сходимость.
4	Теорема Банаха-Штейнхауса.	ОПК-1	Теорема Банаха-Штейнхауса.
5	Обратные операторы.	ОПК-1	Обратные операторы.
6	Теоремы об обратных операторах.	ОПК-1	Теоремы об обратных операторах.
7	Интегральные операторы	ОПК-1	Интегральные операторы
8	Теорема Банаха.	ОПК-1	Теорема Банаха.
9	Линейные операторы, зависящие от параметра. Регулярные значения оператора, резольвентный оператор.	ОПК-1	Линейные операторы, зависящие от параметра. Регулярные значения оператора, резольвентный оператор.
10	Собственные значения и собственные элементы оператора. Резольвентное множество. Спектр оператора.	ОПК-1	Собственные значения и собственные элементы оператора. Резольвентное множество. Спектр оператора.

11	Пространство Банаха с базисом. Примеры для l_p и C	ОПК-1	Пространство Банаха с базисом. Примеры для l_p и C
12	Общий вид линейных функционалов. Теорема Рисса.	ОПК-1	Общий вид линейных функционалов. Теорема Рисса.
13	Сопряженное пространство. Рефлексивность. Сопряженные операторы.	ОПК-1	Сопряженное пространство. Рефлексивность. Сопряженные операторы.
14	Слабая сходимость последовательности функционалов и элементов	ОПК-3	Слабая сходимость последовательности функционалов и элементов
15	Самосопряженные операторы. Примеры.	ОПК-3	Самосопряженные операторы. Примеры.
16	Компактные множества. Теорема Хаусдорфа.	ОПК-3	Компактные множества. Теорема Хаусдорфа.
17	Критерий компактности в пространстве с базисом.	ОПК-3	Критерий компактности в пространстве с базисом.
18	Критерий компактности в пространстве с базисом.	ОПК-3	Критерий компактности в пространстве с базисом.
19	Вполне непрерывные компактные операторы. Примеры.	ОПК-3	Вполне непрерывные компактные операторы. Примеры.
20	Теорема о спектре самосопряженного вполне непрерывного оператора.	ОПК-3	Теорема о спектре самосопряженного вполне непрерывного оператора.
21	Построение спектра оператора.	ОПК-3	Построение спектра оператора.
22	Линейные интегральные уравнения. Метод резольвент.	ОПК-3	Линейные интегральные уравнения. Метод резольвент.
23	Интегральные уравнения с вырожденными ядрами.	ОПК-3	Интегральные уравнения с вырожденными ядрами.

Пример экзаменационного билета

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области университет «Дубна» (государственный университет «Дубна»)	
<i>Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика</i> <i>Курс II (4-й семестр)</i>	
<i>Дисциплина</i>	<i>Функциональный анализ</i>
Экзаменационный билет № 1	
1. Пространство Банаха с базисом. Примеры для l_p и C 2. Задача.	
Зав. кафедрой:	Кореньков В.В

Материалы для текущего контроля

Формы текущего контроля: контроль посещаемости, домашние работы.

Примерные темы домашних заданий

№	Тема домашнего задания	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения
Д1	Показать, что $\varphi(x) = (\sum_{k=1}^n x_k ^p)^{\frac{1}{p}}$ в пространстве R_n не является нормой при $0 < p < 1$ и $n \geq 2$.	ОПК-1	Умеет решать задачу.
Д2	Является ли сходящейся в метрическом пространстве l_3 последовательность $x_n = \left(1, \frac{1}{2}, \dots, \frac{1}{n}, 0, 0, \dots\right)$?	ОПК-3	Умеет решать задачу.

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

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит практических и индивидуальных работ, устного опроса на практических занятиях. Промежуточный контроль проводится в виде зачета, на котором обсуждаются теоретические вопросы курса. Практическая часть зачитывается по результатам работ, выполненным в семестре, на основе балльно-рейтинговой системы. При рейтинговой

системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения. Максимально возможная сумма баллов по всем видам заданий приравнивается 100 %. При этом также учитывается посещаемость занятий – 0,5 балла за посещение одного занятия продолжительностью 1 академический час, при этом максимальный балл за посещаемость равен 17. Каждое практическое задание оценивается в зависимости от сложности задания и определяется преподавателем в начале семестра, проставляется в журнале успеваемости и доводится до сведения студентов.

Чтобы быть допущенным к зачету, студент обязан проделать и сдать все практические работы. Работы, пропущенные без уважительной причины, а также работы, не защищенные студентом в течение 2-х недель после проведения практической части, оцениваются преподавателем с понижающим коэффициентом 0,5.

Преподаватель может использовать «штрафы» в виде уменьшения набранных баллов за пропуск практических занятий, за нарушение сроков выполнения учебной работы, за систематический отказ отвечать на семинарских занятиях и т.д.

Результаты работы студентов фиксируются преподавателем в журнале успеваемости.