

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

Для набора 2019 года

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.

<b>Формируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и формулировка)	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b> (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
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						
<b>Итого за семестр</b>	<i>144</i>	<b>34</b>	<b>34</b>				<b>68</b>	<b>40</b>

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](http://biblio-online.ru)
- 3 Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://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](http://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](http://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 аудиогабитурой, 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 2019 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					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	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 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 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 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 ОЦЕНИВАНИЯ
	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>

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

**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**

<b>№</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения</b>
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

<b>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области университет «Дубна» (государственный университет «Дубна»)</b>	
Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика Курс II (4-й семестр)	
Дисциплина	Функциональный анализ
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.