МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____/Шубаева В.Г./
«20» июня 2018 г.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) программы	Прикладная математика и информатика в экономике и управлении
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Составитель:
_____/ к.ф.-м.н., доцент Ильин Ю.А.

Санкт-Петербург
2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ....3

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ....3

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ....3

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ....3

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ....4

6. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАНЯТИЙ СЕМИНАРСКОГО ТИПА....4

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ....5

7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины....5

7.2. Организация самостоятельной работы....5

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ....6

9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ....6

9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины....6

9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса....7

10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ....7

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ....8

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: предоставление необходимых сведений по функциональному анализу, являющемуся одним из самых мощных разделов современной математики, представляющему собой обобщение многих понятий и результатов, доказанных в предыдущих математических курсах и позволяющему взглянуть на них с единой общей точки зрения.

Задачи: овладеть базовыми понятиями функционального анализа, и научиться применять их на практике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.03 «Функциональный анализ» относится к вариативной части Блока 1 и является обязательной для освоения обучающимся после выбора обучающимся направленности (профиля) программы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции выпускника	Этапы формирования компетенций	Планируемые результаты обучения/индикаторы достижения компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2	Знать: основные понятия и методы функционального анализа, принципы и подходы к применению функционального анализа для разработки и обоснования применения методов решения прикладных задач З(II) (ПК-2) Уметь: применять методы функционального анализа для построения и анализа моделей в прикладных задачах У(II) (ПК-2) Владеть: навыками применения инструментария функционального анализа для решения задач в области прикладной математики и информатики В(II) (ПК-2)

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов, из которых 36 часов самостоятельной работы обучающегося отводится на подготовку и защиту экзамена.

Форма промежуточной аттестации: экзамен в 5 семестре.

Распределение фонда времени по темам дисциплины по очной форме обучения представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение фонда времени по темам дисциплины (очная форма обучения)

Номер и наименование тем	Объем дисциплины (ак. часы)			
	Контактная работа			СРО
	ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5
1. Линейные нормированные пространства	5	6		8
2. Линейные операторы и функционалы	7	14		18
3. Гильбертовы пространства	6	8		18
4. Компактность. Апроксимации	4	4		10
Всего по дисциплине:	22	32		54

*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Линейные нормированные пространства

1.1. Определения линейного пространства метрики, нормы, полноты. Полнота некоторых конкретных пространств. Сходимость и норма.

1.2. Пространства Лебега. Неравенства Юнга, Гельдера, Минковского.

1.3. Непрерывность. Принцип сжимающих отображений.

Тема 2. Линейные операторы и функционалы

2.1. Линейные операторы. Пространство L(X,Y).

2.2. Линейные непрерывные функционалы.

2.3. Интегральные операторы в Lp.

2.4. Разрешимость операторных уравнений.

Тема 3. Гильбертовы пространства

3.1. Скалярное произведение. Ортогональность. Ортогональные проекторы. Существование ортогонального базиса. Гильбертово пространство.

3.2. Ряды Фурье. Неравенство Бесселя. Теорема Рисса-Фишера.

3.3. Интегральные операторы в Гильбертовом пространстве. Теорема Рисса.

3.4. Сопряженный оператор. Собственные числа и вектора.

Тема 4. Компактность. Апроксимации.

4.1. Компактные и относительно компактные множества в банаховом пространстве. Лемма Арцела-Асколли. Теорема Вейерштрасса об апроксимации многочленами.

4.2. Компактные операторы. Теорема Шаудера. Альтернатива Фредгольма.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАНЯТИЙ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия / Семинарские занятия / Лабораторные работы

№ темы	Тема занятия	Вид занятия / Оценочное средство
1	Полные пространства	ПЗ: Решение задач
	Пространства Лебега	ПЗ: Решение задач
	Непрерывные операторы	ПЗ: Решение задач
2	Линейные операторы	ПЗ: Решение задач
	Линейные функционалы	ПЗ: Решение задач

	Интегральные операторы	ПЗ: Решение задач
	Уравнения	ПЗ: Решение задач
	Контрольная точка	Контрольная работа 1
3	Скалярное произведение	ПЗ: Решение задач
	Ряды Фурье	ПЗ: Решение задач
	Сопряженные операторы	ПЗ: Решение задач
	Собственные числа и вектора	ПЗ: Решение задач
4	Компактные множества	ПЗ: Решение задач
	Компактные операторы	ПЗ: Решение задач
	Контрольная точка	Контрольная работа 2

*ПЗ – практические занятия, СЗ – семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

7.1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Для формирования четкого представления об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине в самом начале учебного курса обучающийся должен ознакомиться с учебно-методической документацией:

– рабочей программой дисциплины: с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, перечнем знаний и умений, которыми в процессе освоения дисциплины должен владеть обучающийся,

– порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;

– графиком консультаций преподавателей кафедры.

Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционных и семинарских типов, а также выполнение самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину.

В процессе освоения дисциплины обучающимся следует:

– слушать, конспектировать излагаемый преподавателем материал;

– ставить, обсуждать актуальные проблемы курса, быть активным на занятиях;

– задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений;

– выполнять задания практических занятий полностью и установленные сроки.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, то обратится к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на занятиях семинарского типа.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, рекомендуется не позже чем в 2 - недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме.

7.2. Организация самостоятельной работы

Под самостоятельной работой обучающихся понимается планируемая работа обучающихся, направленная на формирование указанных компетенций, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия.

Методическое обеспечение самостоятельной работы при наличии обучающихся лиц с ограниченными возможностями представляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Виды самостоятельной работы по дисциплине представлены в таблице 7.2.1.

Таблица 7.2.1 – Организация самостоятельной работы обучающегося

№ темы	Вид самостоятельной работы
1	**2**
1-4	Подготовка к контрольной работе 1
	Подготовка к контрольной работе 2
	Проработка пройденного материала
	Подготовка к экзамену

Каждый вид СРО, указанный в таблице 7.2.1 обеспечен методическими материалами.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

В преподавании дисциплины «Функциональный анализ» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

Из возможных активных методов обучения в процессе изучения данной дисциплины используется такой метод, как анализ конкретных ситуаций, для активации познавательной деятельности студентов, когда вместо готового результата студентам предлагается самостоятельно с помощью преподавателя обсуждать возникающие вопросы и находить соответствующие ответы на них. Это касается как подходов к решению тех или иных типовых задач, так и доказательств некоторых утверждений, а иногда и формулировок ряда утверждений и определений. Все без исключения практические занятия проводятся в компьютерных классах.

9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Таблица 9.1.1 – Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Основная/ дополнительная литература	Книгообеспеченность	
		Кол-во. экз. в библ. СПбГЭУ	Электронные ресурсы
Павлов, Е.А. Основы функционального анализа : учебное пособие / Е.А. Павлов. — 2-е изд., стер. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 88 с.	основная	–	ЭБС Лань
Ревина, С. В. Функциональный анализ в примерах и задачах : учебное пособие / С.В. Ревина, Л.И. Сазонов. — Электрон. дан. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 120 с.	основная	–	ЭБС ZNANIUM
Леонтьева, Т. А. Задачи по теории функций и функциональному анализу с решениями: учебное пособие / Т.А. Леонтьева, А.В. Домрина. — Электрон. дан. - Москва : НИЦ Инфра-М, 2013. - 164 с.	дополнительная	–	ЭБС ZNANIUM

Титов К.В. Функции комплексной переменной, ряды и операционное исчисление: Компьютерные технологии решения задач и примеров в Wolfram Mathematica : учебное пособие / К.В. Титов, Н.Д. Горелов. — Электрон. дан. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — 238 с.	дополнительная	–	ЭБС ZNANIUM

Таблица 9.1.2 – Перечень современных профессиональных баз данных (СПБД)

№	Наименование СПБД
1	Электронная библиотека Grebennikon.ru – www.grebennikon.ru
2	Научная электронная библиотека eLIBRARRY – www.elibrary.ru
3	Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru
4	База данных ПОЛПРЕД Справочники – www.polpred.com
5	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary – www.oecd-ilibrary.org

Таблица 9.1.3 – Перечень информационных справочных систем (ИСС)

№	Наименование ИСС
1	Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.consultant.ru)
2	Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru)
3	Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.kodeks.ru)
4	Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru
5	Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru
6	Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – www.znanium.com
7	Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru

9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Таблица 9.2.1 – Перечень программного обеспечения (ПО)

№ п/п	Наименование ПО
1	Microsoft Windows Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
2	Microsoft Office Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
3	7-Zip (freeware)

10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом и является приложением к рабочей программе дисциплины.