

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волков В.В.

Должность: Ректор

Дата подписания: 31.08.2023 17:10:16

Уникальный программный ключ:

ed68fd4b85b778e0f0b1bfea5dbc56cf4148f1229917e799a70e51517b6d591

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
«Европейский университет в Санкт-Петербурге»**

Факультет экономики

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор В.В. Волков
«03» сентября 2021 г.
Протокол Ученого Совета
№ 2 от 03 сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Математика в экономике

основная профессиональная образовательная программа высшего образования
- программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки кадров высшей квалификации
38.06.01 Экономика

направленность (профиль)
«Математические и инструментальные методы экономики»

язык обучения – русский
форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника –
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Санкт-Петербург

Автор:

Полякова Е.В., доктор технических наук, профессор факультета экономики АНООВО «ЕУСПб».

Рецензент:

Борисов К.Ю., доктор экономических наук, профессор факультета экономики АНООВО «ЕУСПб».

Рабочая программа дисциплины «Математика в экономике», входящая в состав основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре «Математические и инструментальные методы экономики» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 38.06.01 Экономика, утверждена на заседании Совета факультета экономики.

Протокол заседания № 9 от 26 февраля 2021 года.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
«Математика в экономике»
(Б1.Б.3)

Дисциплина **«Математика в экономике»** является дисциплиной базовой части основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре «Математические и инструментальные методы экономики» по направлению подготовки кадров высшей квалификации 38.06.01 Экономика.

Дисциплина реализуется на факультете экономики.

Дисциплина нацелена на формирование:

общефессиональных компетенций (ОПК):

— способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

— готовность организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки (ОПК-2);

— готовность к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования (ОПК-3);

универсальных компетенций (УК):

— способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

— способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).

Программа предназначена для подготовки аспирантов к кандидатскому экзамену по специальности и рассчитана на углубленное изучение математических методов, применяемых в современных экономических исследованиях. Основные задачи предлагаемой Программы сводятся к тому, чтобы обеспечить условия и возможность самостоятельной подготовки аспирантов и соискателей к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальности. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач одномерной и многомерной оптимизации (без ограничений и с ограничениями), теорией множителей Лагранжа, выпуклым анализом, линейным программированием, многоцелевой оптимизацией, основными положениями общей теории дифференциальных и разностных уравнений, применением дифференциальных и разностных уравнений и их систем в моделях экономической динамики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа аспиранта.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточный контроль в форме зачета с оценкой (в конце первого курса).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Программой дисциплины предусмотрены: 21 лекционный час, 35 часов семинарских занятий, 70 часов самостоятельной работы аспиранта, 18 часов промежуточного контроля.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	5
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	8
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	8
5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	8
5.1. Содержание дисциплины.....	8
5.2. Структура дисциплины	11
6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
6.1. Общие положения.....	11
6.2. Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины	11
6.3. Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся.....	13
6.4 Литература для самостоятельной подготовки и для подготовки к практическим занятиям:	16
6.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	16
7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе текущей аттестации	17
7.2 Контрольные задания для текущей аттестации.....	19
7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе промежуточной аттестации.....	23
7.4. Типовые задания к промежуточной аттестации	25
8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
8.1. Основная литература:.....	25
8.2. Дополнительная литература:.....	26
9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	26
9.1 Программное обеспечение	26
9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:.....	26
9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета	27
9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета	28
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	28
Приложение 1.....	30

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа предназначена для подготовки аспирантов к кандидатскому экзамену по специальности и на углубленное изучение математических методов, применяемых в современных экономических исследованиях. Изучение данной дисциплины способствует формированию профессиональных навыков по разработке теоретических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к сфере профессиональной деятельности, их исследованию, оценке и интерпретации полученных результатов.

Основные задачи предлагаемой Программы сводятся к тому, чтобы обеспечить условия и возможность самостоятельной подготовки аспирантов и соискателей к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальности.

Цель изучения дисциплины «Математика в экономике» – формирование у аспирантов представлений о существующих современных аналитических методах, используемых в экономике, а также навыков применения этих методов к различным задачам из области экономической теории.

Задачи дисциплины:

- развитие навыков применения современного математического инструментария при решении задач из области экономической теории;
- формирование у обучающихся умения формулировать экономические проблемы в виде задач на максимум и минимум;
- овладение методикой анализа динамических моделей как в непрерывном, так и дискретном времени, в том числе с использованием современного программного обеспечения;
- выработка у обучающихся навыков по содержательному интерпретированию формальных результатов.

Данные цели и задачи дисциплины «Математика в экономике» сформированы в соответствии со следующими видами профессиональной деятельности, выбранной для данной программы аспирантуры: научно-исследовательская деятельность в области экономики, преподавательская.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисциплина «Математика в экономике» опирается на знания и умения, приобретенные в ходе изучения дисциплин программ магистратуры и/ или специалитета. В результате освоения дисциплины выпускник образовательной программы «Математические и инструментальные методы экономики» по направлению подготовки 38.06.01 Экономика должен:

ЗНАТЬ:

- основные определения и теоремы линейного и нелинейного программирования;
- основные определения и теоремы выпуклого анализа;
- основные определения и теоремы многокритериальной оптимизации;
- основные положения общей теории дифференциальных и разностных уравнений;
- методы интегрирования дифференциальных уравнений первого порядка;
- основные методы решения линейных дифференциальных и разностных уравнений с постоянными коэффициентами;
- основные теоремы об устойчивости движений, описываемых дифференциальными и разностными уравнениями;
- критерии Рауса–Гурвица и Шура устойчивости движений, описываемых дифференциальными и разностными уравнениями;

— подходы к моделированию взаимодействия популяций.

УМЕТЬ:

- решать задачи распределения ресурсов;
- проверять функции на выпуклость и вогнутость;
- применять критерии оптимальности для отыскания точек, подозрительных на экстремум;
- интерпретировать необходимые условия оптимальности в разнообразных задачах экономической теории и теории финансов;
- применять методы интегрирования дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными;
- применять методы интегрирования однородных дифференциальных уравнений;
- интегрировать линейные дифференциальные и разностные уравнения с постоянными коэффициентами;
- исследовать устойчивость равновесий в экономических моделях с непрерывным и дискретным временем;
- использовать современное программное обеспечение для решения задач экономической динамики.

ВЛАДЕТЬ:

- методами анализа чувствительности в экстремальных задачах;
- способами графического представления экстремальных задач;
- техникой применения условий оптимальности первого порядка;
- техникой применения метода неопределенных коэффициентов для решения линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами;
- техникой применения метода вариации произвольных постоянных;
- современной методикой анализа устойчивости равновесий в моделях экономической динамики, как в непрерывном, так и дискретном времени с применением алгебраических критериев устойчивости.

Таблица 1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: З (ОПК-1)-I современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
		Уметь: У (ОПК-1)-I выбирать и применять в профессиональной деятельности математические и инструментальные методы исследования
		Владеть: В (ОПК-1)-I навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований
ОПК-2	Готовность организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки	Знать: З (ОПК-2)-I базовые принципы и методы организации работы исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
		<p>Уметь: У (ОПК-2)-I составлять общий план работы исследовательского коллектива по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с коллективом плану, представлять полученные результаты</p> <p>Владеть: В (ОПК-2)-I организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива</p>
ОПК-3	Готовность к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования	<p>Знать: З (ОПК-3)-I нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования</p> <p>Уметь: У (ОПК-3)-I осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания</p>
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p>Знать: З (УК-1)-I методы критического анализа, а также способы генерирования альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценивания вероятных исходов реализации этих вариантов</p> <p>Уметь: У (УК-1)-I анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, избегая автоматического применения стандартных формул и приемов</p> <p>Владеть: В (УК-1)-I навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
УК-6	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p>Знать: З (УК-6)-I содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда</p> <p>Уметь: У (УК-6)-I формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей</p> <p>Владеть: В (УК-6)-I способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития</p>

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Курс «Математика в экономике» является дисциплиной базовой части программы и читается на первом году обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой. Код дисциплины по учебному плану Б1.Б.3.

Для полноценного освоения дисциплины аспиранты должны иметь базовые знания и навыки в области линейной алгебры и математического анализа.

Логически и содержательно дисциплина «Математика в экономике» связана с дисциплинами «Экономическая теория», «Эконометрика», «Теория контрактов».

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2.

Вид учебных занятий и самостоятельная работа		Объем дисциплины, час.			
		Всего	Год		
			1	2	3
<i>Очное обучение</i>					
Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе:		56	56	-	-
Лекции (Л)		21	21	-	-
Семинарские занятия (СЗ)		35	35	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (СР)		70	70	-	-
Промежуточная аттестация	форма	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	-	-
	часы	18	18		
Общая трудоемкость (час. / з.е.)		144/4	144/4	-	-

5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины соотносится с планируемыми результатами обучения по дисциплине через задачи, формируемые компетенции и их компоненты (знания, умения, владение).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

5.1. Содержание дисциплины

Таблица 3.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с табл. 1)
1	Тема 1. Выпуклые функции и множества.	Аффинные множества. Выпуклые множества. Выпуклая комбинация и понятие выпуклой оболочки. Примеры выпуклых множеств. Исчисление выпуклых множеств. Обобщенные неравенства. Наименьший и минимальный элемент. Парето-оптимальность, кривая производственных возможностей. Определение выпуклой функции. Основные примеры выпуклых функций одной и нескольких переменных. Одномерные сужения. Стандартное доопределение функции. Выпуклость и дифференцируемые функции (условия первого и второго порядка); примеры. Подграфики и множества подуровня. Неравенство Йенсена. Основные приемы, используемые для проверки выпуклости. Преобразование Лежандра. Квазивыпуклые	ОПК-1 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I З (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с табл. 1)
		функции; примеры; свойства. Логарифмически выпуклые или логарифмически вогнутые функции, их свойства.		
2	Тема 2. Задачи математического программирования и их приложения	Задача математического программирования в стандартной форме. Глобальный и локальный оптимум. Неявные ограничения. Допустимости решения. Эквивалентные задачи. Примеры задач линейного программирования, квадратичного программирования, полуопределенного программирования. Регуляризация. Задача в стандартной форме и ее Лагранжиан. Двойственная задача. Примеры двойственных задач. Двойственная функция Лагранжа и сопряженная функция. Слабая и сильная двойственность. Условие Слейтера. Пример для задачи квадратичного программирования. Геометрическая интерпретация. Условие дополняющей нежёсткости. Условия Каруша-Куна-Таккера (необходимость и достаточность). Примеры и контрпримеры. Возмущение ограничений и анализ чувствительности. Глобальные оценки. Локальная чувствительность. Теорема об огибающей: постановка, интерпретация, доказательство, примеры применения, обобщения. Примеры приложений. Задача логистической регрессии. Линейные классификаторы. Метод Ньютона. Барьерные методы. Применение в полуопределенном программировании.	ОПК-1 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I З (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I
3	Тема 3. Неподвижные точки и теоремы существования в математической экономике и теории игр.	Сжимающие отображения и теорема Банаха. Теорема Брауэра. Многочисленные отображения. Непрерывная теорема максимума. Теорема Каккутани. Теорема Тарского. Существование равновесия в модели Эрроу-Дебре. Существование равновесия в обобщенных играх. Существование равновесия в супермодулярных играх/	ОПК-1 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I З (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I
4	Тема 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения	Дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнение в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные однородные и неоднородные уравнения n -го порядка. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Невозмущенное и возмущенное движения, определение устойчивости по Ляпунову. Геометрическая интерпретация устойчивости и асимптотической устойчивости. Устойчивость линейных автономных систем. Теоремы об устойчивости движения системы. Типы стационарных точек на плоскости.	ОПК-1 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I З (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с табл. 1)
5	Тема 5. Применение дифференциальных уравнений и их систем в моделях экономической динамики	Модель установления равновесной цены. Модель экономического роста Солоу. Динамика популяций. Мальтузианский подход к описанию динамики популяций. Модель ограниченного роста популяции. Конкуренция между видами при отсутствии эффекта переполнения. Модель «хищник-жертва» при отсутствии эффекта переполнения (модель Вольтерра-Лотка). Модель конкурирующих видов с логистической поправкой. Модель «хищник-жертва» при наличии эффекта переполнения. Исследование устойчивости положений равновесия для конкретных примеров нелинейных автономных систем второго порядка.	ОПК-1 ОПК-2 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I З (ОПК-2)-I У (ОПК-2)-I В (ОПК-2)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I З (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I
6.	Тема 6. Обыкновенные разностные уравнения. Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем	Линейные обыкновенные разностные уравнения. Структура общего решения. Однородные и неоднородные линейные обыкновенные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных. Системы обыкновенных разностных уравнений. Устойчивость линейных автономных систем. Подходы к исследованию устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем. Динамическая модель Кейнса с дискретным временем. Модель Самуэльсона-Хикса с дискретным временем. Модель Баумоля-Вольфа.	ОПК-1 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I З (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I
7	Тема 7. Динамическое программирование и оптимальное управление.	Формулировки задач динамической оптимизации в дискретном и непрерывном времени. Примеры задач динамической оптимизации в дискретном и непрерывном времени из экономической теории. Принцип оптимальности Беллмана на конечном горизонте планирования. Функция Беллмана. Принцип оптимальности Беллмана на бесконечном горизонте планирования. Анализ модели Рамсея в дискретном времени с помощью динамического программирования. Принцип максимума в дискретном времени. Принцип максимума в непрерывном времени. Условия трансверсальности. Анализ модели Рамсея в непрерывном времени с помощью принципа максимума.	ОПК-1 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I З (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I
8.	Тема 8. Особенности преподавания математических методов в экономике в высшей школе	Современные тенденции развития высшего образования. Образовательные стандарты и образовательные программы высшей школы. Нормативные основы развития высшего образования. Модели и технологии обучения. Методы и формы организации обучения в вузе. Оценка текущих, промежуточных и итоговых результатов обучения в вузе. Структура лекционного занятия и оценка его качества. Семинарские и практические занятия в высшей школе. Контрольно-оценочные методы.	ОПК-3 УК-1	З (ОПК-3)-I У (ОПК-3)-I В (ОПК-3)-I З (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I

5.2. Структура дисциплины

Таблица 4.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины (модуля), час.				Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий		СР	
			Л	СЗ		
<i>Очная форма обучения</i>						
Тема 1	Выпуклые функции и множества.	11	2	4	5	ДЗ
Тема 2	Задачи математического программирования и их приложения	25	6	10	9	КР
Тема 3	Неподвижные точки и теоремы существования в математической экономике и теории игр.	26	6	10	10	ДЗ
Тема 4	Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения	14	2	2	10	ДЗ, ДИ
Тема 5	Применение дифференциальных уравнений и их систем в моделях экономической динамики	14	1	2	11	ДЗ
Тема 6	Обыкновенные разностные уравнения. Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем	14	2	3	9	ДЗ
Тема 7	Динамическое программирование и оптимальное управление	16	2	4	10	ДЗ, КР
Тема 8	Особенности преподавания математических методов в экономике в высшей школе	6	0	0	6	О
Промежуточная аттестация		18	-	-	-	Зачет с оценкой
Всего:		144	21	35	70	18

Примечание: формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), домашнее задание (ДЗ), деловая игра (ДИ), контрольная работа (КР).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Общие положения

Каждый тематический раздел состоит из вводной лекции преподавателя, за которой следует подробная проработка темы в рамках семинарских занятий. Обучающимся рекомендуется в рамках каждой темы ознакомиться с предложенной основной и дополнительной литературой и приводимыми в ней заданиями для проверки усвоения материала.

Существенную часть самостоятельной работы аспиранта составляет самостоятельное изучение учебных и учебно-методических изданий, лекционных конспектов, рекомендованной дополнительной и вспомогательной литературы, интернет-ресурсов и пр. Самостоятельная работа может вестись как индивидуально, так и при содействии преподавателя.

6.2. Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины

Тема 1. Выпуклые функции и множества.

1.1. Повторение пройденного на лекциях и семинарских занятиях материала – 1 час.

1.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 2 часа.

1.3. Выполнение домашнего задания – 2 часа.

Итого: 5 часов.

Тема 2. Задачи математического программирования и их приложения.

2.1. Повторение пройденного на лекциях и семинарских занятиях материала – 1 час.

2.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 6 часов.

2.3. Подготовка к контрольной работе – 2 часа.

Итого: 9 часов.

Тема 3. Неподвижные точки и теоремы существования в математической экономике и теории игр.

3.1. Повторение пройденного на лекциях и семинарских занятиях материала – 1 час.

3.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 7 часов.

3.3. Выполнение домашнего задания – 2 часа.

Итого: 10 часов.

Тема 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения.

4.1. Повторение пройденного на лекциях и семинарских занятиях материала – 1 час.

4.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы, подготовка к деловой игре и контрольной работе – 7 часов.

4.3. Выполнение домашнего задания – 2 часа.

Итого: 10 часов.

Тема 5. Применение дифференциальных уравнений и их систем в моделях экономической динамики.

5.1. Повторение пройденного на лекциях и семинарских занятиях материала – 1 час.

5.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы, подготовка к контрольной работе – 8 часов.

5.3. Выполнение домашнего задания – 2 часа.

Итого: 11 часов.

Тема 6. Обыкновенные разностные уравнения. Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем.

6.1. Повторение пройденного на лекциях и семинарских занятиях материала – 1 час.

6.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы, подготовка к контрольной работе – 6 часов.

6.3. Выполнение домашнего задания – 2 часа.

Итого: 9 часов.

Тема 7. Динамическое программирование и оптимальное управление.

7.1. Повторение пройденного на лекциях и семинарских занятиях материала – 1 час.

7.2. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы, подготовка к контрольной работе – 7 часов.

7.3. Выполнение домашнего задания – 2 часа.

Итого: 10 часов.

Тема 8. Особенности преподавания математических методов в экономике в высшей школе.

6.1. Самостоятельная работа с рекомендованной литературой, поиск ответов на возникшие в ходе подготовки вопросы – 5 часов.

6.2. Подготовка к опросу на занятии – 1 час.

Итого: 6 часов.

6.3. Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся

Тема 1. Выпуклые функции и множества.

— Дайте определение аффинного, выпуклого множества. Приведите примеры.

— Перечислите операции над множествами, которые сохраняют свойство выпуклости.

— Сформулируйте теорему Хана-Баннаха.

— Приведите определение выпуклой функции, приведите эквивалентные условия, перечислите основные примеры для функций одной и нескольких переменных.

— Сформулируйте условия первого и второго порядка.

— Перечислите основные операции, сохраняющие свойство выпуклости функций

— Дайте определение преобразования Лежандра, приведите интерпретацию

— Дайте определения квазивыпуклой функции.

— Замкнутые или открытые полупространства, гиперплоскости как выпуклые множества.

— Основные варианты теоремы отделимости.

— Выпуклые и вогнутые элементарные функции.

— Вогнутость производственных функций Кобба–Дугласа.

— Отыскание всех оптимальных по Парето точек для вогнутых функций, заданных на отрезке.

— Решение задачи на условный максимум и оптимум по Парето.

Тема 2. Задачи математического программирования и их приложения.

— Задачи о максимизации прибыли, максимизация полезности, минимизация издержек как оптимизационные задачи.

— Условия оптимальности первого и второго порядка для одномерных оптимизационных задач.

— Необходимые и достаточные условия выпуклости и вогнутости функций одной переменной.

— Необходимые и достаточные условия минимума для выпуклых функций одной переменной.

— Задачи о минимизации суммарных издержек на нескольких предприятиях при заданном выпуске и о максимизации выпуска при заданном количестве ресурса.

- Условия оптимальности в задаче о максимизации выпуска при заданном количестве ресурса.
- Необходимые и достаточные условия оптимальности в задаче оптимального распределения ресурса.
- Оптимальное и равновесное распределение ресурса.
- Задача оптимального распределения нескольких видов ресурсов.
- Основные задачи линейного программирования в экономике.
- Задача распределения нескольких видов ресурсов и задача линейного программирования.
- Двойственные задачи линейного программирования.
- Экономическая интерпретация теорем двойственности.
- Роль условий регулярности
- Множители Лагранжа в задачах с равенствами
- Множители Лагранжа в задачах с неравенствами
- Основные формулировки условий дополняющей нежесткости.
- Суть условия Слейтера.
- Экономическая интерпретация теоремы Куна–Таккера применительно к многомерной задаче распределения ресурсов.
- Теорема Куна–Таккера для задачи дифференцируемого выпуклого программирования.
- Приведите глобальные оценки для целевой функции при возмущении ограничений.
- Приведите локальные оценки, в чем смысл множителей Лагранжа.
- Сформулируйте теорему об огибающей.

Тема 3. Неподвижные точки и теоремы существования в математической экономике и теории игр.

- Сжимающие отображения и теорема Банаха.
- Теорема Брауэра.
- Многозначные отображения.
- Непрерывная теорема максимума
- Теорема Каккутани.
- Теорема Тарского.
- Существование равновесия в модели Эрроу-Дебре.
- Существование равновесия в обобщенных играх.
- Существование равновесия в супермодулярных играх

Тема 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения.

- Дифференциальные уравнения первого порядка (общие понятия).
- Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными.
- Однородные уравнения первого порядка.
- Линейные уравнения первого порядка.
- Уравнение в полных дифференциалах.
- Интегрирующий множитель.
- Дифференциальные уравнения высших порядков (общие понятия).
- Линейные однородные уравнения (определение и общие свойства).
- Линейные однородные и неоднородные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами.

- Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Основные определения (невозмущенное и возмущенное движения, определение Ляпунова).
- Геометрическая интерпретация устойчивости и асимптотической устойчивости.
- Некоторые вспомогательные сведения из линейной алгебры.
- Устойчивость линейных автономных систем.
- Теоремы об устойчивости движения системы.
- Типы стационарных точек на плоскости.

Тема 5. Применение дифференциальных уравнений и их систем в моделях экономической динамики.

- Модель установления равновесной цены.
- Модель экономического роста Солоу.
- Динамика популяций.
- Мальтузианский подход к описанию динамики популяций.
- Модель ограниченного роста популяции.
- Конкуренция между видами при отсутствии эффекта переполнения.
- Модель «хищник-жертва» при отсутствии эффекта переполнения (модель Вольтерра-Лотка).
- Модель конкурирующих видов с логистической поправкой.
- Модель «хищник-жертва» при наличии эффекта переполнения.
- Исследование устойчивости положений равновесия для конкретных примеров нелинейных автономных систем второго порядка.

Тема 6. Обыкновенные разностные уравнения. Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем.

- Линейные обыкновенные разностные уравнения.
- Структура общего решения. Определитель Казоратти.
- Однородные и неоднородные линейные обыкновенные разностные уравнения с постоянными коэффициентами.
- Метод вариации произвольных постоянных.
- Примеры решения разностных уравнений.
- Системы обыкновенных разностных уравнений.
- Аналогии с исследованием движения систем, описываемых дифференциальными уравнениями.
- Устойчивость линейных автономных систем.
- Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем.
- Динамическая модель Кейнса с дискретным временем.
- Модель Самуэльсона-Хикса с дискретным временем.
- Модель Баумоля-Вольфа.

Тема 7 Динамическое программирование и оптимальное управление

- Формулировки задач динамической оптимизации в дискретном и непрерывном времени.
- Примеры задач динамической оптимизации в дискретном и непрерывном времени из экономической теории.
- Принцип оптимальности Беллмана на конечном горизонте планирования.
- Функция Беллмана.

- Принцип оптимальности Беллмана на бесконечном горизонте планирования.
- Анализ модели Рамсея в дискретном времени с помощью динамического программирования.
- Принцип максимума в дискретном времени.
- Принцип максимума в непрерывном времени.
- Условия трансверсальности.
- Анализ модели Рамсея в непрерывном времени с помощью принципа максимума

Тема 8. Особенности преподавания математических методов в экономике в высшей школе.

- Роль и значение высшего образования в современном обществе.
- Место экономического образования в системе высшего образования.
- Тенденции развития высшего образования в РФ.
- Нормативные основы развития высшего образования.
- Методологические проблемы преподавания экономических дисциплин.
- Педагогический процесс как категория педагогики, его структура (цели образования, содержание образования, технологии обучения, организационные формы, субъекты педагогического процесса).
- Формы организации учебной работы в ВУЗе (лекции, семинары, практические занятия, коллоквиумы).
- Значение контроля в высшей школе и функции.
- Зачеты и экзамены, требования к ним.

6.4 Литература для самостоятельной подготовки и для подготовки к семинарским занятиям:

1. Орлова, И. В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 389 с. ISBN 978-5-9558-0208-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/424033>
2. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «Математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям / В. А. Колемаев; под ред. В. А. Колемаева. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-238-01325-1. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.com/read?pid=391871>
3. Полякова, Е. В. Математика для экономистов: динамика [Text]: учеб. пособ. Для вузов / Е. В. Полякова ; Европейский университет в Санкт-Петербурге. - СПб. : Изд-во ЕУСПб, 2013. - 111 с.
4. Мастяева, И. Н. Методы оптимальных решений: Учебник / Мастяева И.Н., Горемыкина Г.И., Семенихина О.Н. - Москва : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 384 с. - ISBN 978-5-905554-24-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944821>
5. Соколов, А.В. Методы оптимальных решений : учебное пособие : в 2 т / А.В. Соколов, В.В. Токарев. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2012. - Т. 1. Общие положения. Математическое программирование. - 562 с. : схем., табл. - (Анализ и поддержка решений). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1399-1 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457697> .

6.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы аспирантов по дисциплине «**Математика в экономике**» разработано учебно-методическое обеспечение в составе:

1. Контрольные задания для текущей аттестации (п. 7.2. Рабочей программы).

2. Типовые задания к промежуточной аттестации (п. 7.4. Рабочей программы).
3. Рекомендуемые основная и дополнительная литература, Интернет-ресурсы и справочные системы (п.8 Рабочей программы).
4. Рабочая программа дисциплины размещена в электронной информационно-образовательной среде Университета на электронном учебно-методическом ресурсе АНООВО «ЕУСПб» — образовательном портале LMS Sakai — Sakai@EU.

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

7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками Университета до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку аспирантов к каждому занятию, ответы на вопросы в рамках опросов, выполнение домашних заданий, написание контрольных работ, участие в деловых играх, активное слушание на лекциях. Аспирант должен присутствовать на занятиях, участвовать в обсуждении разбираемых заданий.

Текущий контроль проводится в форме устных опросов, домашних заданий, контрольных работ и деловых игр, позволяющих оценить степень усвоения материала в ходе изучения дисциплины.

Таблица 5.

Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе текущей аттестации

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соотв. с табл. 1)	Формы текущего контроля* успеваемости	Результаты текущего контроля
Тема 1. Выпуклые функции и множества	ОПК-1 УК-1 УК-6	3 (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I 3 (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I	ДЗ	зачтено/ не зачтено
Тема 2. Задачи математического программирования и их приложения	ОПК-1 УК-1 УК-6	3 (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I 3 (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I	КР	зачтено/ не зачтено
Тема 3. Неподвижные точки и теоремы существования в математической экономике и теории игр.	ОПК-1 УК-1 УК-6	3 (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I 3 (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I	ДЗ	зачтено/ не зачтено

Наименование тем (разделов)	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соотв. с табл. 1)	Формы текущего контроля* успеваемости	Результаты текущего контроля	
Тема 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения	ОПК-1 УК-1 УК-6	3 (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I 3 (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I	ДЗ ДИ	зачтено/ не зачтено	
Тема 5. Применение дифференциальных уравнений и их систем в моделях экономической динамики	ОПК-1 ОПК-2 УК-1 УК-6	3 (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I 3 (ОПК-2)-I У (ОПК-2)-I В (ОПК-2)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I 3 (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I	ДЗ		зачтено/ не зачтено
Тема 6. Обыкновенные разностные уравнения. Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем	ОПК-1 УК-1 УК-6	3 (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I 3 (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I	ДЗ		зачтено/ не зачтено
Тема 7. Динамическое программирование и оптимальное управление	ОПК-1 УК-1 УК-6	3 (ОПК-1)-I У (ОПК-1)-I В (ОПК-1)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I 3 (УК-6)-I У (УК-6)-I В (УК-6)-I	ДЗ, КР	зачтено/ не зачтено	
Тема 8. Особенности преподавания математических методов в экономике в высшей школе	ОПК-3 УК-1	3 (ОПК-3)-I У (ОПК-3)-I В (ОПК-3)-I 3 (УК-1)-I У (УК-1)-I В (УК-1)-I	О	зачтено/ не зачтено	

*Примечание: формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), домашнее задание (ДЗ), деловая игра (ДИ), контрольная работа (КР)

Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Критерии оценивания
Опрос	<p>Ответ отсутствует или является односложным, или содержит существенные ошибки – не зачтено</p> <p>Аспирант в ответах демонстрирует знание всех теоретических положений, (развернуто) отвечает на все поставленные вопросы, предлагает обоснования при ответе на все или большинство поставленных вопросов; несущественные ошибки не снижают качество ответа — зачтено</p>
Домашнее задание	<p>Студент не знает основных положений теории, испытывает затруднения при решении задач – 0–4 балла (не зачтено);</p> <p>Студент демонстрирует знание основных теоретических положений, предлагает правильную идеологию решения задач – 5–6 баллов (зачтено);</p> <p>Студент демонстрирует знание всех теоретических положений, выполняет задания и отвечает на все вопросы, но допускает несущественные ошибки – 7–8 баллов (зачтено);</p> <p>Студент демонстрирует знание всех теоретических положений, правильно выполняет задания и отвечает на все вопросы – 9–10 баллов (зачтено).</p>
Деловая игра	<p>Студент не знает основных положений теории, испытывает затруднения при решении задач – 0–4 балла (не зачтено);</p> <p>Студент демонстрирует знание основных теоретических положений, предлагает правильную идеологию решения задач – 5–6 баллов (зачтено);</p> <p>Студент демонстрирует ответственное и активное участие в работе группы, использует правильный алгоритм решения, но допускает несущественные ошибки при написании текста программы с использованием современных пакетов прикладных программ (MATLAB) или языков программирования общего назначения – 7–8 баллов (зачтено);</p> <p>Студент демонстрирует ответственное и активное участие в работе группы, использует правильный алгоритм решения, логически и синтаксически правильно пишет текст программы с использованием современных пакетов прикладных программ (MATLAB) или языков программирования общего назначения, представляет результаты работы в виде распечатки или электронного документа – 9–10 баллов (зачтено).</p>
Контрольная работа	<p>Решалась задача, отличная от предложенной, или решение отсутствует – 0–1 балла (не зачтено);</p> <p>Решение выявило незнание или неправильную трактовку основополагающих положений и предпосылок, наличие грубых ошибок – 2–4 балла (не зачтено);</p> <p>Решение показало неполное знание или частично неправильную трактовку основополагающих положений и предпосылок, присутствие грубых ошибок – 5–6 баллов (зачтено);</p> <p>Решение правильное, но неполное, возможны несущественные погрешности – 7–8 баллов (зачтено);</p> <p>Решение полное и правильное, допустимы несущественные погрешности – 9–10 баллов (зачтено).</p>

КАРТА БАЛЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма контроля	Баллы
Текущий контроль	75
Промежуточный контроль	25

7.2 Контрольные задания для текущей аттестации

Примеры домашних заданий

Тема 1. Выпуклые функции и множества.

Домашнее задание

1. Какие из следующих множеств выпуклы:

i) $\{x \in R^n | a \leq a^T x \leq b\}$

ii) $\{x \in R^n | a_i \leq x_i \leq b_i, i = 1..n\}$

iii) $\{x \in R^n | a_1^T x \leq b_1, a_2^T x \leq b_2\}$

iv) Множество точек, задаваемых условием:

$$\{x \in \mathbb{R}^n \mid \|x - x_0\|_2 \leq \|x - y\|_2, \quad \text{для всех } y \in S\}$$

Где $S \subseteq \mathbb{R}^n$

v) Множество

$$\{x \mid \mathbf{dist}(x, S) \leq \mathbf{dist}(x, T)\}$$

где $T, S \subseteq \mathbb{R}^n$ – два множества, а расстояние $\mathbf{dist}(x, S)$ задается как $\inf(\|x - z\|, z \in S)$.

2. Каково расстояние между двумя параллельными гиперплоскостями $\{x \in \mathbb{R}^n \mid a^T x = b_1\}$ и $\{x \in \mathbb{R}^n \mid a^T x = b_2\}$?

Тема 3. Неподвижные точки и теоремы существования в математической экономике и теории игр.

Домашнее задание

1. Докажите, что непрерывное отображение отрезка в себя имеет хотя бы одну неподвижную точку.

2. Пусть отображение f задается на множестве $(0,1)$ равенством $f(x) = \frac{x+1}{2}$.

Существует ли у этого отображения неподвижная точка? Как ваш ответ объяснить в свете теоремы Брауэра?

Тема 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения

Домашнее задание

1. На практическом занятии был получен общий интеграл дифференциального уравнения первого порядка

$$e^{-y}(x + y') = x,$$

выражение которого имеет вид

$$\ln \left| 1 - e^{-y} \right| - \frac{x^2}{2} = C$$

или

$$\ln \left| e^y - 1 \right| - y - \frac{x^2}{2} = C.$$

Проверьте правильность полученного результата, используя теорему о неявной функции.

Тема 5. Применение дифференциальных уравнений и их систем в моделях экономической динамики

Домашнее задание

1. Изучите модель экономического роста Солоу (с. 54–58 рекомендованного пособия). Каковы основные предположения модели? Опишите кратко последовательность преобразований и знакомые вам приемы, использованные при исследовании математической модели.

2. Для модели конкурирующих видов с логистической поправкой рассмотрите различные случаи взаимного расположения рассмотренных на занятии прямых 1 и 2 (в том числе, случай их совпадения) и приведите соответствующие схематические иллюстрации качественного поведения фазовых траекторий.

Тема 6. Обыкновенные разностные уравнения. Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем

Домашнее задание

1. Найдите общее решение неоднородного разностного уравнения третьего порядка

$$y_{t+3} - 2y_{t+2} - 5y_{t+1} + 6y_t = 2t^2 + 3.$$

2. Задайте самостоятельно начальные условия для разностного уравнения, рассмотренного в п.1, и найдите соответствующее частное решение.

Тема 7 Динамическое программирование и оптимальное управление

Домашнее задание

1. Решите следующую задачу методом динамического программирования:

$$\max \sum_{t=0}^T \beta^t \ln c_t, \quad c_t + k_{t+1} = k_t^\alpha, \quad k_0 = \bar{k} > 0, \quad 0 < \beta < 1, \quad 0 < \alpha < 1.$$

Примеры контрольных работ

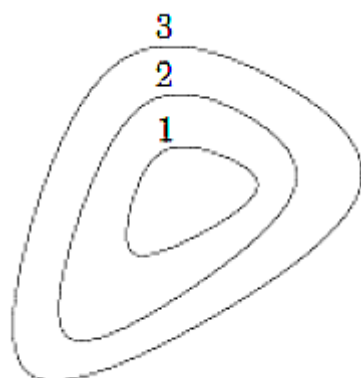
Тема 2. Задачи математического программирования и их приложения

Контрольная работа

1. Пусть $X = \{x \in R^2 | x \in [0,2] \times [0,1]\}$ а множество $D = \{x \in R^2 | \|x\|_2 \leq 1\}$

Является ли множество $X \setminus D$ выпуклым?

2. На рисунке приведены линии уровня некоторой функции $f(x)$, подпись соответствует значению функции на соответствующем множестве уровня $\{x | f(x) = k\}, k = 1, 2, 3 \dots$



Вопрос: какими свойствами обладает функция f :

Является ли она выпуклой, вогнутой, квазивыпуклой, квазивогнутой?

Темы 3 – 5. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения. Применение дифференциальных уравнений и их систем в моделях экономической динамики. Обыкновенные разностные уравнения. Исследование устойчивости равновесий в экономических моделях с дискретным временем

Контрольная работа

1. Найдите общее решение дифференциального уравнения

$$y''(e^x + 1) + y' = 0.$$

2. Простейшее предположение относительно роста популяции состоит в том, что темп прироста численности постоянен: $N'(t)/N(t) = r$. Изобразите на плоскости (t, N) качественную картину поведения траекторий.

Тема 7 Динамическое программирование и оптимальное управление

Контрольная работа

1. Решите следующую задачу методом динамического программирования:

$$\max \prod_{t=0}^T c_t, \quad c_t + k_{t+1} = (1+r)k_t, \quad k_0 = \bar{k} > 0.$$

Пример деловой игры

Тема 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория устойчивости движения.

Деловая игра

Для предложенного варианта линейной автономной системы второго порядка *получите аналитические выражения решений* и постройте 3–5 интегральных кривых. Если это возможно, перейдите от параметрического задания траекторий к координатной форме.

Воспользуйтесь печатной версией текста, которую вы получили на последнем занятии, и обоснуйте достоверность фазового портрета на соответствующем рисунке (на первом этапе аналитически). Решение рекомендуется проводить в порядке, предложенном на занятиях при обсуждении примера 8.

На втором этапе для заданной линейной автономной системы второго порядка напишите программу для построения фазового портрета в интерактивной среде MATLAB или на языке программирования общего назначения.

Отчет о проделанной работе должен содержать:

- номер группы и список ее участников;
- формулировку задания;
- аналитические выкладки (по аналогии с разобранным на занятии примером 8);
- название использованной для программирования интерактивной среды;
- текст программы (распечатку, а также электронную версию, направленную на почту преподавателя);
- фазовый портрет (распечатку, а также электронную версию, направленную на почту преподавателя).

Для исследования предлагаются следующие линейные автономные системы второго порядка:

Группа 1	$\frac{dx_1}{dt} = -4x_1 - 4x_2,$ $\frac{dx_2}{dt} = 1,5x_1 + x_2.$
Группа 2	$\frac{dx_1}{dt} = x_1 + 0,5x_2,$ $\frac{dx_2}{dt} = 0,5x_1 + x_2.$

Группа 3	$\frac{dx_1}{dt} = 2x_1 + x_2,$ $\frac{dx_2}{dt} = x_1 - 3x_2.$
Группа 4	$\frac{dx_1}{dt} = 2x_2,$ $\frac{dx_2}{dt} = -3x_1 - x_2.$

Примеры вопросов для опросов

Тема 8. Особенности преподавания математических методов в экономике в высшей школе

1. Предмет педагогики и педагогика высшей школы.
2. Место педагогических знаний в деятельности преподавателя вуза.
3. Основные категории педагогики.
4. Актуальные нормативные документы, регламентирующие деятельность вуза.
5. Цели педагогического процесса в вузе.

7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации представляет собой зачет с оценкой, который проходит в письменной форме.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации выдаются аспирантам заранее. Перед зачетом с оценкой проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы аспирантов.

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают аттестацию по дисциплине.

Таблица 7

Показатели, критерии и оценивание компетенций по уровням их формирования в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка (баллы)
Зачет с оценкой / письменный зачет с оценкой по единому для всех аспирантов билету	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 УК-1 УК-6	З (ОПК-1)-I	Представлено полное и правильное решение, возможны несущественные погрешности. Представлено правильное, но неполное решение, возможны несущественные погрешности. Выявлено неполное знание или частично неправильная трактовка основополагающих положений и предпосылок, присутствуют грубые ошибки. Решалась задача, отличная от предложенной, или решение отсутствует – 0.	Зачтено, отлично (41-50) Зачтено, хорошо (31-40) Зачтено, удовлетворительно (21-30) Не зачтено, неудовлетворительно (0)
		У (ОПК-1)-I		
		В (ОПК-1)-I		
		З (ОПК-2)-I		
		У (ОПК-2)-I		
		В (ОПК-2)-I		
		З (ОПК-3)-I		
		У (ОПК-3)-I		
		В (ОПК-3)-I		
		З (УК-1)-I		
		У (УК-1)-I		
		В (УК-1)-I		
		З (УК-6)-I		
		У (УК-6)-I		
		В (УК-6)-I		

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка (баллы)
			Выявлено незнание или неправильная трактовка основополагающих положений и предпосылок, присутствуют грубые ошибки.	(1-20)

Итоговая оценка выставляется согласно следующим критериям:

Оценка **«зачтено, отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает его в письменных контрольных работах, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами знаний. Учебные достижения в оцениваемый период и результаты рубежного/текущего контроля демонстрируют высокую степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«зачтено, хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его в письменных контрольных работах, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Учебные достижения в оцениваемый период и результаты рубежного/текущего контроля демонстрируют хорошую степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«зачтено, удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в письменных контрольных работах. Учебные достижения в оцениваемый период и результаты рубежного/текущего контроля демонстрируют удовлетворительную степень сформированности соответствующих компетенций.

Оценка **«не зачтено, неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы письменной контрольной работы. Учебные достижения в оцениваемый период и результаты рубежного/текущего контроля демонстрируют низкую степень сформированности соответствующих компетенций.

Результаты сдачи промежуточной аттестации по программам аспирантуры на факультете экономики оцениваются по балльно-рейтинговой системе оценки в соответствии с Положением о формах, периодичности и порядке организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в АНООВО «ЕУСПб» следующим образом, согласно таблице 7а.

Максимальная оценка по итогам освоения дисциплины составляет 100 баллов (50% оценки составляют результаты выполнения домашних заданий, 5% – результаты реализации деловой игры, 20% – результаты контрольных работ по темам курса, 25% – результаты письменной зачетной работы).

Таблица 7а

Система оценки знаний обучающихся

Пятибалльная (стандартная) система	Балльно-рейтинговая система оценки	Бинарная система оценки
5 (отлично)	100-81	зачтено
4 (хорошо)	80-61	
3 (удовлетворительно)	60-41	
2 (неудовлетворительно)	40 и менее	не зачтено

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценках «зачтено, удовлетворительно», «зачтено, хорошо», «зачтено, отлично» показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Математические и инструментальные методы экономики» по направлению подготовки 38.06.01 Экономика.

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в оценке «не зачтено, неудовлетворительно», показывают не сформированность у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций образовательной программы «Математические и инструментальные методы экономики» по направлению подготовки 38.06.01 Экономика.

7.4. Типовые задания к промежуточной аттестации

ВАРИАНТ 1

1) Сформулируйте теорему Брауэра и докажите ее в одномерном случае.

2) Рассмотрим задачу

$$6x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 + 9x_1 - 5x_2 \rightarrow \min, \quad -x_1 + x_2 \leq 5, \quad x_1 - 11x_2 \leq 15, \quad -2 \leq x_1 \leq 2.$$

Является ли вектор (1,1) или вектор (5,5) её решением?

3) Существует ли гиперплоскость, разделяющая множества X_1 и X_2 ? Если да, то постройте такую гиперплоскость.

а) $X_1 = \{x = (x_1, x_2) \mid x_1^4 + x_2^4 \leq 1\}$ и $X_2 = \{x = (x_1, x_2) \mid (x_1 - 1)^4 + (x_2 + 3)^4 \leq 5\}$

б) $X_1 = \{x \in \mathbb{R}^n \mid x \leq 5\}$ и $X_2 = \{x \in \mathbb{R}^n \mid x \leq 8\}$.

4) Решите задачу Коши для линейного неоднородного уравнения второго порядка

$$4y'' + 4y' + y = x^2 - 2, \quad y(0) = y'(0) = 0$$

5) Приведите обоснование так называемого правила семидесяти двух: для того чтобы узнать, за сколько периодов времени удваивается некоторая экономическая величина, темп прироста которой постоянен, необходимо 72 разделить на темп прироста, выраженный в процентах. Это простое правило дает достаточно точные результаты при небольших значениях темпов прироста.

б) Исследуйте устойчивость точек покоя системы

$$\begin{cases} x_{1,t+1} = \frac{1}{2}x_{1,t} - \frac{1}{2}x_{2,t}, \\ x_{2,t+1} = \frac{1}{2}x_{1,t} + \frac{1}{2}x_{2,t}. \end{cases}$$

8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

8.1. Основная литература:

1. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014. - 389 с.: 60x90 1/16. (п) ISBN 978-5-9558-0208-4 [Электронный ресурс]. URL: <http://znanium.com/catalog/product/424033>

2. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 080116 «Математические методы в экономике» и другим экономическим специальностям / В. А. Колемаев; под ред. В. А. Колемаева. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-238-01325-1. [Электронный ресурс]. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=391871>

3. Полякова, Е. В. Математика для экономистов: динамика [Text]: учеб. пособ. Для вузов / Е. В. Полякова ; Европейский университет в Санкт-Петербурге. - СПб. : Изд-во ЕУСПб, 2013. - 111 с. – 20 экз.

8.2. Дополнительная литература:

1. Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс]: учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина, О. Н. Семенихина. - М.: КУРС, ИНФРА-М, 2018. - 384 с. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/944821>

2. Соколов, А.В. Методы оптимальных решений : учебное пособие : в 2 т / А.В. Соколов, В.В. Токарев. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2012. - Т. 1. Общие положения. Математическое программирование. - 562 с. : схем., табл. - (Анализ и поддержка решений). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1399-1 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457697>

9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1 Программное обеспечение

При осуществлении образовательного процесса аспирантами и профессорско-преподавательским составом используется следующее лицензионное программное обеспечение:

1. OS Microsoft Windows (OVS OS Platform)
2. MS Office (OVS Office Platform)
3. Adobe Acrobat Professional 11.0 MLP AOO License RU
4. Adobe CS5.5 Design Standart Win IE EDU CLP
5. ABBYY FineReader 11 Corporate Edition
6. ABBYY Lingvo x5
7. Adobe Photoshop Extended CS6 13.0 MLP AOO License RU
8. Adobe Acrobat Reader DC /Pro – бесплатно
9. Google Chrome – бесплатно
10. Opera – бесплатно
11. Mozilla – бесплатно
12. VLC – бесплатно
13. MATLAB R2013a

9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

Информационно-справочные системы

1. Гарант.Ру. Информационно-правовой портал: <http://www.garant.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
3. Открытое образование. Ассоциация «Национальная платформа открытого образования»: <http://npoad.ru>
4. Официальная Россия. Сервер органов государственной власти Российской Федерации: <http://www.gov.ru>
5. Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации: <http://pravo.gov.ru>
6. Правовой сайт КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru/sys>
7. Российское образование. Федеральный портал: <http://www.edu.ru>

Профессиональные базы данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Google. Книги: <https://books.google.com>

2. Internet Archive: <https://archive.org>
3. Koob.ru. Электронная библиотека «Куб»: <http://www.koob.ru/philosophy/>
4. Библиотека Гумер – гуманитарные науки: <http://www.gumer.info>
5. Библиотека Ихтика [ihtik.lib.ru]: <http://ihtik.lib.ru/>
6. Докусфера — Российская национальная библиотека: <http://leb.nlr.ru>
7. ЕНИП — Электронная библиотека «Научное наследие России»: <http://e-heritage.ru/>
8. Интелрос. Интеллектуальная Россия: <http://www.intelros.ru/>
9. Национальная электронная библиотека НЭБ: <http://www.rusneb.ru>
10. Президентская библиотека: <http://www.prlib.ru>
11. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru/>
12. Российская национальная библиотека: <http://www.nlr.ru/poisk/>

9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета

Профессиональные базы данных:

1. **Cambridge University Press** — полнотекстовая коллекция журналов издательства Cambridge University Press: <https://www.cambridge.org;>
2. **East View** – 100 ведущих российских журналов по гуманитарным наукам (архив и текущая подписка): <https://dlib.eastview.com/browse;>
3. **Ebook Central** коллекция электронных книг **Academic Complete** библиотеки компании **ProQuest** — **Ebook Central** — более 140 тыс. электронных научных книг крупнейших издательств мира: <https://ebookcentral.proquest.com;>
4. **EBSCO** – научные журналы, справочники, полнотекстовые и многопрофильные базы данных: <http://search.ebscohost.com;>
5. **eLIBRARY.RU** — Российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, наукометрическая база данных: <http://elibrary.ru;>
6. **JSTOR** – полнотекстовая база данных междисциплинарного характера, включающая более тысячи научных журналов по гуманитарным, социальным наукам и математике с их первого выпуска: [http://www.jstor.org/;](http://www.jstor.org/)
7. **Oxford Reference Online** — словари издательства Oxford University Press - [http://www.oxfordreference.com/;](http://www.oxfordreference.com/)
8. **Oxford University Press** — полнотекстовая коллекция журналов издательства Oxford University Press (текущая подписка и архив): [http://www.oxfordjournals.org/en/;](http://www.oxfordjournals.org/en/)
9. **Project MUSE Standard Collection** — полные тексты более чем 300 журналов по гуманитарным наукам зарубежных научных издательств: [http://muse.jhu.edu/;](http://muse.jhu.edu/)
10. **ProQuest Dissertations & Theses** — база диссертаций и дипломных работ: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations;>
11. **Sage** — полнотекстовая коллекция журналов издательства Sage (текущая подписка и архив): [http://online.sagepub.com/;](http://online.sagepub.com/)
12. **SCOPUS** – реферативная наукометрическая база данных: <https://www.scopus.com;>
13. **Taylor&Francis** – полнотекстовая коллекция журналов издательства Taylor&Francis (текущая подписка и архив) – [http://www.tandfonline.com/;](http://www.tandfonline.com/)
14. **Web of Science** — реферативная наукометрическая база данных: <http://apps.webofknowledge.com;>
15. **Университетская информационная система РОССИЯ** — база электронных ресурсов для учебных программ и исследовательских проектов в области социально-гуманитарных наук: [http://www.uisrussia.msu.ru/;](http://www.uisrussia.msu.ru/)
16. Электронные журналы по подписке (текущие номера научных зарубежных журналов)

Электронные библиотечные системы:

1. **Znanium.com** – Электронная библиотечная система (ЭБС) – <http://znanium.com/>;
2. Университетская библиотека онлайн – Электронная библиотечная система (ЭБС) – <http://biblioclub.ru/>

9.4 Электронная информационно-образовательная среда Университета

Образовательный процесс по дисциплине поддерживается средствами электронной информационно-образовательной среды Университета, которая включает в себя электронный учебно-методический ресурс АНООВО «ЕУСПб» — образовательный портал LMS Sakai — Sakai@EU, лицензионные электронные ресурсы библиотеки Университета, официальный сайт Университета (Европейский университет в Санкт-Петербурге [<https://eu.spb.ru>]), локальную сеть и корпоративную электронную почту Университета, и обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок за эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет» (электронной почты и т.д.).

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным ресурсам библиотеки Университета, содержащей издания учебной, учебно-методической и иной литературы по изучаемой дисциплине.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В ходе реализации образовательного процесса используются специализированные многофункциональные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение занятий лекционного типа обеспечивается демонстрационным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляется возможность присутствия в аудитории вместе с ними ассистента (помощника). Для слабовидящих предоставляется возможность увеличения текста на экране ПК. Для самостоятельной работы лиц с ограниченными возможностями здоровья в помещении для самостоятельной работы организовано одно место (ПК) с возможностями бесконтактного ввода информации и управления компьютером (специализированное лицензионное программное обеспечение – Camera Mouse, веб камера). Библиотека университета предоставляет удаленный доступ к электронным ресурсам библиотеки Университета с возможностями для слабовидящих увеличения текста на экране ПК. Лица с ограниченными возможностями здоровья могут при необходимости воспользоваться имеющимся в

университете креслом-коляской. В учебном корпусе имеется адаптированный лифт. На первом этаже оборудован специализированный туалет. У входа в здание университета для инвалидов оборудована специальная кнопка, входная среда обеспечена информационной доской о режиме работы университета, выполненной рельефно-точечным тактильным шрифтом (азбука Брайля).