

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор по цифровизации
образования**

Д.И. Гриц

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Финансовая математика и эконометрика
по направлению:	Бизнес-информатика
профиль подготовки:	Финансовые технологии и аналитика центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск" центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск"
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 12 час.

семинары: 18 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

Е.А. Савицкая

О.А. Культепина

Программа обсуждена на заседании центра дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск" 01.06.2022

Аннотация

В рамках дисциплины «Финансовая математика и эконометрика» обучающиеся научное представление о методах, моделях и приемах количественного анализа законов экономической теории с использованием математико-статистического инструментария. Изучение дисциплины предполагает получение знаний основных принципов анализа статистических зависимостей между показателями социально-экономических явлений и процессов, а также навыков моделирования этих зависимостей с использованием статистических данных и современного компьютерного программного обеспечения. В основу дисциплины положены базовые принципы теории вероятностей и математической статистики, а также экономической статистики. Основные положения курса должны будут использованы студентами в их научно-исследовательской деятельности, а также при изучении других курсов, связанных с финансовым моделированием и большими данными в финансах.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- освоение студентами фундаментальных знаний в области финансовой математики и эконометрики, а также овладение методами решения прикладных задач.

Задачи дисциплины

- дать студентам представление о многообразии современных подходов эконометрического исследования;
- научить пониманию и использованию математического языка, на котором принято описывать современные эконометрические методы;
- привить критический подход при отборе инструментов анализа и осознание необходимости тщательного тестирования статистической адекватности получаемых моделей;
- развить навыки содержательной интерпретации результатов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую, проектную и учебно-профессиональную деятельность для поиска, выработки и применения новых решений в области информационно-коммуникационных технологий	ОПК-5.2 Умеет описывать бизнес-модели и процессы новых направлений деятельности организации или проект развития организации
	ОПК-5.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- методы, модели и приемы количественного анализа законов экономической теории с использованием математико-статистического инструментария;
- современные методы эконометрического анализа и основанные на них современные программные продукты, необходимые для основного понятия эконометрики;
- основные методы оценивания неизвестных параметров эконометрических моделей, методы проверки статистических гипотез о параметрах построенных моделей;
- основные методы проверки качества эконометрических моделей, а также современные программные продукты, необходимые для эконометрических исследований.

уметь:

- использовать методы финансовых вычислений при анализе потоков платежей, эффективности инвестиционных проектов, расчете процентов и доходности финансово-кредитных операций;
- разрабатывать регрессионные модели финансово-экономических объектов;
- применять современный эконометрический инструментарий для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;
- обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;
- моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

владеть:

- математическим понятийным аппаратом;
- методикой и методологией проведения эконометрических исследований;
- навыками самостоятельной исследовательской работы.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Эконометрический анализ: оценка систем уравнений	2	4		10
2	Модели панельных данных	2	2		12
3	Финансовая математика: объекты и методы изучения	2	2		8
4	Базовые понятия эконометрики	2	2		8
5	Эконометрический анализ: регрессии	2	4		10
6	Производные финансовые инструменты	2	4		12
Итого часов		12	18		60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Эконометрический анализ: оценка систем уравнений

МНК для систем уравнений. Экзогенность объясняющих переменных. Строгая экзогенность. Примеры систем: внешне не связанные уравнения (SUR), панельные данные. Вид матрицы ковариации ошибок. Оценка объединенным МНК. Оценка ОМНК и доступным ОМНК. Асимптотические свойства. Тестирование гипотез. Оценка внешне не связанных уравнений с ограничениями на параметры.

Оценка систем уравнений с помощью инструментальных переменных. 2-ступенчатый МНК для систем уравнений. 3-ступенчатый МНК. Обобщенный метод моментов. Матрицы весов. Оптимальная матрица весов. Выбор метода оценки систем. Тестирование гипотез.

Системы одновременных уравнений. Экономические задачи, приводящие к системам одновременных уравнений. Идентификация. Условия исключения. Сокращенная форма. Линейные ограничения общего вида. Условия идентификации, отсутствия идентификации, точной идентификации и сверхидентификации. Эффективная оценка параметров сокращенной формы. Идентификация на основе произвольных ограничений между уравнениями. Идентификация на основе ограничений на матрицу ковариации. Нелинейность по эндогенным переменным.

2. Модели панельных данных

Мотивация: проблема пропущенных переменных. Фиксированные эффекты, случайные эффекты. Предположения об ошибках: строгая экзогенность объясняющих переменных, поперечная экзогенность. Оценки уравнения в разностях. Оценки панелей со случайными эффектами. Оценки панелей с фиксированными эффектами. Тест Хаусмана. Кластеризация наблюдений.

3. Финансовая математика: объекты и методы изучения

Процентная ставка. Виды процентных ставок и методы начисления процентов. Эквивалентность процентных ставок. Оценка денежных потоков. Дисконтирование и наращивание. Эквивалентные потоки платежей. Конверсия и консолидация. Финансовая рента. Эффективность инвестиционных проектов. Чистая текущая стоимость проекта. Внутренняя норма доходности. Рентабельность. Срок окупаемости проекта. Доходность финансовых инструментов. Виды доходности облигаций и акций. Кривая доходности. Временная структура процентных ставок.

4. Базовые понятия эконометрики

Предмет эконометрики. Методология эконометрического исследования. Теоретическая и эконометрическая модель. Условия успешности эконометрического анализа. Источники данных для анализа. Три типа экономических данных: временные ряды, cross-section данные, панельные данные. Примерный вариант показателей для стратегического анализа деятельности предприятия. Основные этапы эконометрического анализа данных.

5. Эконометрический анализ: регрессии

Этапы эмпирического анализа экономических задач. Типы данных. Структурное и неструктурное моделирование. Причинно-следственная связь и принцип *ceteris paribus*. Условное математическое ожидание.

Классическая линейная модель регрессии. Оценка методом наименьших квадратов. Вывод МНК-оценок. Метод моментов – определение и пример. Подобранные значения и остатки. Качество подбора. Коэффициенты регрессии, изменение масштаба. Простейшие способы учета нелинейности. Моменты МНК-оценок, их несмещенность, дисперсия оценок. Оценка дисперсии ошибок.

Модель регрессии с многими объясняющими переменными. МНК-оценки для множественной регрессии. Теорема Гаусса – Маркова. Оценка дисперсии ошибки. Матрица ковариации оценок. Интерпретация коэффициентов.

Оценивание условного ожидания и прогнозирование.

Построение доверительных множеств и проверка гипотез. Распределения МНК-оценок коэффициентов и остаточной суммы квадратов, *t*-статистика. Доверительные интервалы для отдельных коэффициентов, основанные на значениях *t*-статистик. Проверка гипотез: критическое множество и уровень значимости статистического критерия, мощность критерия при простой альтернативе. Проверка гипотез о значениях коэффициентов с использованием *t*-статистики. Наблюдаемый уровень значимости (*P*-значение).

Случайные регрессоры. Асимптотические свойства МНК-оценок. Состоятельность. Тестирование гипотез с использованием асимптотических свойств.

Тестирование произвольных ограничений на коэффициенты. *F*-статистика.

Проблемы множественной регрессионной модели. Выбор функциональной формы. Ошибки спецификации. Тестирование на ошибки спецификации. Коррелированные регрессоры. Проблема мультиколлинеарности. Пропущенные переменные. Смещение оценок. Прокси-переменные. Бинарные и дискретные объясняющие переменные. Сгенерированные регрессоры. Переменные, измеренные с ошибкой. Неслучайная выборка и пропущенные наблюдения.

6. Производные финансовые инструменты

Виды производных финансовых инструментов. Задача хеджирования риска. Арбитраж. Линейные производные (форварды, фьючерсы). Процентные, валютные и фондовые линейные производные финансовые инструменты. Наведенная процентная ставка. Опционы – инструменты торговли риском. Виды опционов. Связь опционов и фьючерсов. Биномиальная модель оценки опционов. Безрисковый портфель, динамическое хеджирование. Предельный переход. Формула Блэка - Шоулза. Параметры, определяющие цену опциона. «Греческие» параметры хеджирования и управления рисками. Модификации формулы для дивидендных и валютных активов; опционы на фьючерсы. Вывод формулы Блэка – Шоулза. Броуновский процесс изменения цены акции. Лемма Ито. Связь мгновенной и средней доходности. Дифференциальное уравнение Блэка-Шоулза. Элементы опционных стратегий. Выбор стратегий по прогнозу тренда и волатильности. Наведенная изменчивость, «улыбка волатильности». Экзотические опционы. «Реальные» опционы.

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

Занятия по учебной дисциплине проводятся с использованием дистанционных образовательных технологий. Каждый обучающийся обеспечен доступом к образовательной платформе <https://netology.ru/>.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Эконометрика. Начальный курс [Текст] / Я. Р. Магнус, П. К. Катыхов, А. А. Пересецкий ; Акад. народного хозяйства при Правительстве Рос. Федерации - М.Дело,2007
2. Сборник задач к начальному курсу эконометрики [Текст] / П. К. Катыхов [и др.] ; Акад. народного хозяйства при правительстве РФ - М.Дело,2007

Дополнительная литература

1. Математика для экономистов: от Арифметики до Эконометрики [Текст], учеб. пособие для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин , М., Юрайт, 2010

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

нет

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

Microsoft Office, MS PowerPoint.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Бизнес-информатика		
профиль подготовки:	Финансовые технологии и аналитика	▲	▲
	онлайн-образования "Пуск"	▲	▲
	онлайн-образования "Пуск"		
курс:	1		
квалификация:	магистр		

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Е.А. Савицкая

О.А. Культепина

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен проводить исследования, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую, проектную и учебно-профессиональную деятельность для поиска, выработки и применения новых решений в области информационно-коммуникационных технологий	ОПК-5.2 Умеет описывать бизнес-модели и процессы новых направлений деятельности организации или проект развития организации
	ОПК-5.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Финансовая математика и эконометрика» обучающийся должен:

знать:

- методы, модели и приемы количественного анализа законов экономической теории с использованием математико-статистического инструментария;
- современные методы эконометрического анализа и основанные на них современные программные продукты, необходимые для основного понятия эконометрики;
- основные методы оценивания неизвестных параметров эконометрических моделей, методы проверки статистических гипотез о параметрах построенных моделей;
- основные методы проверки качества эконометрических моделей, а также современные программные продукты, необходимые для эконометрических исследований.

уметь:

- использовать методы финансовых вычислений при анализе потоков платежей, эффективности инвестиционных проектов, расчете процентов и доходности финансово-кредитных операций;
- разрабатывать регрессионные модели финансово-экономических объектов;
- применять современный эконометрический инструментарий для исследований экономических и финансовых решений на уровне индивидов, домохозяйств, фирм, финансовых рынков, финансовых институтов, отраслей, регионов и стран;
- обосновывать прогнозы развития фирм, отраслей, регионов, рынков;
- моделировать результаты и эффективность субъектов экономической деятельности.

владеть:

- математическим понятийным аппаратом;
- методикой и методологией проведения эконометрических исследований;
- навыками самостоятельной исследовательской работы.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия или в конце занятия по пройденной теме.

Примеры заданий на опрос:

1. Объясните понятие процентной ставки. Назовите виды процентных ставок и методы начисления процентов.
2. Перечислите виды производных финансовых инструментов.
3. Приведите дифференциальное уравнение Блэка-Шоулза. Поясните на примерах его использование.
4. Объясните методологию эконометрического исследования.
5. Назовите этапы эмпирического анализа экономических задач. Приведите примеры.
6. Объясните использование оценки методом наименьших квадратов. Приведите примеры.
7. Объясните, что такое условное ожидание и прогнозирование. Расскажите, как оценивается условное ожидание.
8. Опишите построение доверительных множеств и объясните алгоритм проверки гипотез.

9. Раскройте основные понятия F-статистики.
10. Приведите пример МНК для систем уравнений.
11. Приведите примеры тестирования гипотез.
12. Назовите системы одновременных уравнений.
13. Объясните разницу между фиксированными эффектами и случайными эффектами.
14. Объясните суть и применение теста Хаусмана.
15. Раскройте понятие кластеризации наблюдений.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Дифференцированный зачет проводится в виде письменной работы с ответами на вопросы.

Примеры вопросов:

1. Системы одновременных уравнений.
2. Экономические задачи, приводящие к системам одновременных уравнений.
3. Оценки панелей со случайными эффектами.
4. Оценки панелей с фиксированными эффектами.
5. Классическая линейная модель регрессии.
6. Проблема пропущенных переменных
7. Фиксированные эффекты, случайные эффекты.
8. Строгая экзогенность объясняющих переменных, поперечная экзогенность.
9. Оценки уравнения в разностях.
10. Оценки панелей со случайными эффектами.
11. Оценки панелей с фиксированными эффектами.
12. Тест Хаусмана.
13. Кластеризация наблюдений.
14. Методология эконометрического исследования.
15. Теоретическая и эконометрическая модель.
16. Условия успешности эконометрического анализа.
17. Источники данных для анализа.
18. Три типа экономических данных: временные ряды, cross-section данные, панельные данные.
19. Примерный вариант показателей для стратегического анализа деятельности предприятия.
20. Основные этапы эконометрического анализа данных.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.