

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

**Департамент анализа данных и машинного обучения
Факультета информационных технологий и анализа больших данных**

СОГЛАСОВАНО

АО «ЦПР»

Генеральный директор

Самохин А.Н.

(подпись)

18.04.2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
и методической работе

Е.А. Каменева

25.04.2023 г.

Коровин Д.И.

Имитационное и агентное моделирование

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика,

ОП "Прикладная математика и информатика"

(Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах)

*Рекомендовано Ученым советом
Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол №31 от 18.04.2023г.)*

*Одобрено Советом учебно-научного
Департамента анализа данных и машинного обучения
(протокол №2 от 29.03.2023г.)*

Москва 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины	2
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	2
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	3
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий.....	3
5.1. Содержание дисциплины.....	3
5.2. Учебно–тематический план.....	5
5.3. Содержание семинаров, практических занятий.....	5
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	7
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	7
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	9
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	17
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	17
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	21
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21

1. Наименование дисциплины

«Имитационное и агентное моделирование».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПКП-4	Способность применять математический аппарат при разработке вычислительных алгоритмов для решения задач в области экономики и финансов	1. Владеет математическим аппаратом, необходимым для разработки вычислительных алгоритмов.	Знать основы математического моделирования в области экономики и финансов. Уметь подобрать математические методы построения эконометрической модели с точки зрения обеспечения эффективности, устойчивости и точности результатов.
		2. Разрабатывает вычислительные алгоритмы для решения задач в области экономики и финансов.	Знать основные этапы построения математического моделирования. Уметь разработать соответствующий алгоритм решения прикладных задач, реализуемый на вычислительной технике.
ПКП-6	Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	1. Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи.	Знать основы курса по теории оптимизации, теоремы Лагранжа, Куна-Таккера, понятия производной (строгая производная, Фреше, по Гато) Уметь применять знания теории оптимизационных задач
		2. Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов.	Знать основы предметной области (экономика и финансы) для построения задач оптимизации Уметь применять знания о проблемах в экономике и финансах для постановки оптимизационных задач
		3. Решает оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов.	Знать основы методов решения оптимизационных задач Уметь применять знания о методах решения оптимизационных задач

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Имитационное и агентное моделирование» является дисциплиной Профиля "Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах" по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, ОП «Прикладная математика и информатика».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 7 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	108
<i>Контактная работа - Аудиторные занятия</i>	<i>50</i>	<i>50</i>
<i>Лекции</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>34</i>	<i>34</i>
Самостоятельная работа	58	58
Вид текущего контроля		контрольная работа
Вид промежуточной аттестации		зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Классические вероятностные методы моделирования

Введение в имитационное моделирование. Типы имитационных моделей. Статистический метод Монте-Карло Марковские процессы и цепи Маркова. Марковская задача принятия решений. Построение моделей динамического программирования. Системы массового обслуживания. Основные компоненты СМО. Экспоненциальное распределение в СМО. Системы массового обслуживания.

Модели рождения и гибели. Обобщенная модель СМО. Виды вероятностных распределений, классификация по физико-механическим и логическим признакам. Метод генерации. Последовательности Соболя

Тема 2. Имитационные методы построения результатов моделирования в виде функций распределения

Преобразование Смирнова. Реализация имитационных моделей в электронных таблицах. Представление результатов моделирования и интерпретация. Задачи прогнозирования. Пример задачи прогнозирования обязательств ПФ РФ. Пример реализации имитационной задачи с использованием управляемых марковских цепей.

Реализация имитационных моделей в системе Anylogic. Агентно-ориентированное моделирование. Простейшая задача СМО. Понятие цифровой копии.

Тема 3. Имитационное моделирование производственных процессов

Дискретно-событийное моделирование. Задача об организации работы производственного участка.

Агентное моделирование. Задачи об организации работы производственного участка, реализованная в Anylogic.

Тема 4. Имитационное моделирование социальных процессов

Системная динамика. Задача о пространстве интересов и провокационном поведении в социальных группах.

Использование когнитивного графового анализа для разработки имитационной модели. Задачи о противодействии коррупции и управлении сбережениями в РФ.

Задача об эффективном распределении средств поддержки в туристической отрасли.

Тема 5. Имитационное моделирование финансовых, инвестиционных процессов

Задача об учете рисков инвестиционного проекта – имитация денежного потока. Задача о кассовом разрыве.

5.2. Учебно–тематический план

Таблица 3

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самостоят ельная работа	
			Об щая, в т.ч.:	Лек ции	Семинары, практическ ие занятия		
1.	Классические вероятностные методы моделирования	14	8	2	6	6	Самостоятельные работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Обсуждение решенных задач.
2.	Имитационные методы построения результатов моделирования в виде функций распределения	6	4	2	2	2	
3.	Имитационное моделирование производственных процессов	28	14	4	10	14	Самостоятельные работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Обсуждение решенных задач.
4.	Имитационное моделирование социальных процессов	30	12	4	8	18	
5.	Имитационное моделирование финансовых, инвестиционных процессов	30	12	4	8	18	
	В целом по дисциплине	108	50	16	34	58	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		46	32	68	54	

5.3. Содержание семинаров, практических

Таблица 4

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
--	---	--------------------------

Тема 1. Классические вероятностные методы моделирования	Введение в имитационное моделирование. Типы имитационных моделей. Статистический метод Монте-Карло Марковские процессы и цепи Маркова. Марковская задача принятия решений. Построение моделей динамического программирования. Системы массового обслуживания. Основные компоненты СМО. Экспоненциальное распределение в СМО. Системы массового обслуживания. Модели рождения и гибели. Обобщенная модель СМО. Виды вероятностных распределений, классификация по физико-механическим и логическим признакам. Метод генерации. Последовательности Соболя <i>Рекомендуемые источники: 8.1, 8.2.</i>	Практические занятия в интерактивных формах
Тема 2. Имитационные методы построения результатов моделирования в виде функций распределения	Преобразование Смирнова. Реализация имитационных моделей в электронных таблицах. Представление результатов моделирования и интерпретация. Задачи прогнозирования. Пример задачи прогнозирования обязательств ПФ РФ. Пример реализации имитационной задачи с использованием управляемых марковских цепей. Реализация имитационных моделей в системе Anylogic. Агентно-ориентированное моделирование. Простейшая задача СМО. Понятие цифровой копии. <i>Рекомендуемые источники: 8.1, 8.2.</i>	Практические занятия в интерактивных формах
Тема 3. Имитационное моделирование производственных процессов	Дискретно-событийное моделирование. Задача об организации работы производственного участка. Агентное моделирование. Задачи об организации работы производственного участка, реализованная в Anylogic. <i>Рекомендуемые источники: 8.1, 8.2.</i>	Практические занятия в интерактивных формах
Тема 4. Имитационное моделирование социальных процессов	Системная динамика. Задача о пространстве интересов и провокационном поведении в социальных группах. Использование когнитивного графового анализа для разработки имитационной модели. Задачи о противодействии коррупции и управлении сбережениями в РФ. Задача об эффективном распределении средств поддержки в туристической отрасли. <i>Рекомендуемые источники: 8.1, 8.2.</i>	Практические занятия в интерактивных формах
Тема 5. Имитационное моделирование финансовых, инвестиционных процессов	Задача об учете рисков инвестиционного проекта – имитация денежного потока. Задача о кассовом разрыве. <i>Рекомендуемые источники: 8.1, 8.2.</i>	Практические занятия в интерактивных формах

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Таблица 5

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
<i>Тема 1.</i> Классические вероятностные методы моделирования	Статистический метод Монте-Карло Марковские процессы и цепи Маркова. Марковская задача принятия решений. Построение моделей динамического программирования. Системы массового обслуживания.	Выполнение домашнего задания.
<i>Тема 2.</i> Имитационные методы построения результатов моделирования в виде функций распределения	Виды вероятностных распределений, классификация по физико-механическим и логическим признакам. Метод генерации	Выполнение домашнего задания.
<i>Тема 3.</i> Имитационное моделирование производственных процессов	Дискретно-событийное моделирование. Задача об организации работы производственного участка. Агентное моделирование. Задачи об организации работы производственного участка, реализованная в Anylogic.	Выполнение проекта в группе, выполнение домашнего задания.
<i>Тема 4.</i> Имитационное моделирование социальных процессов	Системная динамика. Задача о пространстве интересов и провокационном поведении в социальных группах.	Выполнение проекта в группе, выполнение домашнего задания.
<i>Тема 5.</i> Имитационное моделирование финансовых, инвестиционных процессов	Задача о кассовом разрыве.	Выполнение проекта в группе, выполнение домашнего задания.

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные вопросы контрольной работы

- 1.Использование преобразования Смирнова для построения случайных возмущений с заданными распределениями. Реализация в Электронных таблицах.
- 2.Генерация с.в. с нормальным распределением в Электронных таблицах и Anylogic.
Проверка гипотезы о виде распределения
- 3.Генерация с.в. с гамма-распределением в Электронных таблицах и Anylogic.
Проверка гипотезы о виде распределения
- 4.Генерация с.в. с бэта распределением в Электронных таблицах и Anylogic.
Проверка гипотезы о виде распределения
- 5.Генерация с.в. с распределением Вейбулла в Электронных таблицах и Anylogic.
Проверка гипотезы о виде распределения
- 6.Генерация с.в. с логнормальным распределением в Электронных таблицах и Anylogic. Проверка гипотезы о виде распределения. Реализация в Anylogic
- 7.Построения имитационных моделей с показателями VAR и EAR
- 8.Построения имитационных моделей в Anylogic

Примеры заданий контрольной работы

- 1.На отрезок $[0; 2]$ наудачу, независимо друг от друга, брошены две точки. Пусть ξ и η координаты этих точек. Найти $P(\max(\xi + 2\eta) + \min(\xi + 2\eta) < 1)$.
- 2.В квадрате $[-1;1][-1;1]$ решить задачу Пуассона, если значения на границе выданы преподавателем. Применить метод Монте-Карло.
3. Реализуйте эксперимент «игла Бюффона» для оценки значения π . Определите точность оценки в зависимости от числа генераций.
- 4.Симитируйте стандартный нормально-распределенные величины x и y . Проверьте гипотезу о принадлежности $z=(x^2+y^2)^{0.5}$ распределению Релея

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Департамента анализа данных и машинного обучения Факультета информационных технологий и анализа больших данных.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

Таблица 6

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Примеры типовых контрольных заданий
ПКП-4 Способность применять математически й аппарат при разработке вычислительных алгоритмов для решения задач в области экономики и финансов	1. Владеет математическим аппаратом, необходимым для разработки вычислительных алгоритмов.	<u>Знать</u> основы математического моделирования в области экономики и финансов. <u>Уметь</u> подобрать математические методы построения эконометрической модели с точки зрения обеспечения эффективности, устойчивости и точности результатов.	Произведите генерацию случайной последовательности с заданным вероятностным распределением в Calc. Проведите проверку принадлежности выборки этому распределению с помощью критерия Пирсона, критерия Колмогорова-Смирнова. В «пространстве интересов» субъекты двигаются под воздействием случайного изменения своих интересов (вектор с компонентами, имеющими нормальное распределение) и влияния других участников социума (величина и направление зависит от их движения на предыдущем такте, расстояния между точками в пространстве и величиной влияния -харизмой). В

			двухмерном пространстве интересов с n участниками определите движение провокатора (его траектория должна быть детерминирована Вами), задачей которого будет «увлечь» за собой наибольшее число участников.
	2.Разрабатывает вычислительные алгоритмы для решения задач в области экономики и финансов.	Знать основные этапы построения математического моделирования. Уметь разработать соответствующий алгоритм решения прикладных задач, реализуемый на вычислительной технике.	1. Финансовый поток представлен в виде $(-1000, 0), (CF_1, t_1), (CF_2, t_2), (CF_3, t_3)$. При этом, распределение $CF_i - N(200+180i; 30+20i)$, а ставки дисконта определяются, как $a_i = a_{i-1} + s_i$, где s_i - величина имеющая бета-распределение с параметрами $\alpha = 2, \beta = 1.5$ на отрезке $[-0,015; 0,015]$, $a_0 = 0,05$ Произведите необходимое количество симуляций NPV и объясните результаты. Произведите анализ мест скопления людей в зависимости от интенсивности входных потоков на станции метро, ближайшей к Вашему дому.
ПКП-6 Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	1.Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи.	Знать основы курса по теории оптимизации, теоремы Лагранжа, Куна- Таккера, понятия производной (строгая производная, Фреше, по Гато) Уметь применять знания теории оптимизационных задач	Сформулировать задачу Понтрягина для величины среднечеловеческого потребления в модели Солоу Зная функции полезности на каждый тип товаров и зная ограничения бюджета найти оптимальный план размещения товаров

	2.Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов.	Знать основы предметной области (экономика и финансы) для построения задач оптимизации Уметь применять знания о проблемах в экономике и финансов для постановки оптимизационных задач	Решить задачу Беллмана при распределении ресурсов между n объектами при наличии информации об эффективности вложений в каждое из них.
	3.Решает оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов.	Знать основы методов решения оптимизационных задач Уметь применять знания о методах решения оптимизационных задач	Решить задачу Беллмана при распределении ресурсов между n объектами при наличии информации об эффективности вложений в каждое из них, если в качестве показателей эффективности -случайные величины с заданными распределениями..

Примеры практико-ориентированных (ситуационных) заданий

Учредитель сети супермаркетов «Пятерочка» с целью изыскания путей увеличения годового товарооборота (Y , млн. руб.), поручил специалистам компании изучить факторы, влияющие на этот показатель. В ходе исследования было выявлено, что такими факторами являются: торговая площадь (X_1 , тыс. кв. м), среднее число посетителей в день (X_2 , тыс. чел.) и сформирована таблица:

№	Y	X_1	X_2
Орловская область			
1	20	0,2	10
2	28	0,3	11
3	32	0,5	11,8
4	38	0,6	12
5	45	0,8	13,1
6	54	0,9	13,6
7	60	1,1	14,2
Белгородская область			
8	41	0,4	1,5
9	56	0,7	2,3

10	68	0,9	3,7
11	82	1,2	5,5
12	96	1,4	7,5
13	110	1,7	9,2
14	123	1,9	12,1
Воронежская область			
15	65	0,9	10,3
16	69	1,2	11,3
17	73	1,3	8,8
18	81	1,4	7,5
19	89	1,6	7,8
20	97	1,8	8,0
21	115	2,0	11,8
Липецкая область			
22	91	1,1	10,7
23	99	1,2	11,2
24	108	1,4	13,2
25	117	1,6	13,4
26	125	1,8	13,6
27	134	2,0	14,3
28	143	2,2	14,8

По имеющимся в таблице данным:

- 1) построить регрессионную модель с фиксированными эффектами без свободного коэффициента и со свободным коэффициентом;
- 2) проверить гипотезу об отсутствии фиксированных групповых эффектов;
- 3) построить модель со случайными эффектами;
- 4) проверить остатки модели на гетероскедастичность и нормальный закон распределения;
- 5) выбрать наилучшую модель.

Примеры тестовых заданий

1. Оценка значимости параметров уравнения регрессии осуществляется на основе:

- а) t - критерия Стьюдента
- б) F - критерия Фишера – Снедекора

в) средней квадратической ошибки

г) средней ошибки аппроксимации

2. В каких пределах меняется частный коэффициент корреляции, вычисленный по рекуррентным формулам:

а) от $-\infty$ до $+\infty$

б) от 0 до 1

в) от 0 до $+\infty$

г) от -1 до $+1$

3. Автокорреляция определяется как:

а) отношение коэффициента корреляции к коэффициенту детерминации;

б) наличие линейной зависимости между факторами регрессионной модели;

в) корреляция между наблюдаемыми показателями, упорядоченными во времени или в пространстве;

г) постоянство дисперсии случайных ошибок регрессионной модели

4. К последствиям мультиколлинеарности относятся:

а) большие дисперсии (стандартные ошибки) оценок и уменьшение t -статистики коэффициентов;

б) неустойчивость оценок коэффициентов по МНК и их стандартных ошибок, возможность получения неверного знака у коэффициента регрессии;

в) затрудняется определение вклада каждой из объясняющих переменных в объясняемую уравнением регрессии дисперсию зависимой переменной;

г) все перечисленное.

5. Стандартные ошибки, вычисленные при гетероскедастичности:

а) завышены по сравнению с истинными значениями

б) занижены по сравнению с истинными значениями

в) соответствуют истинным значениям

г) не имеют математического смысла

6. По данным $n=25$ регионов получена регрессионная модель объема реализации медикаментов на одного жителя y в зависимости от доли городского населения x_1 и числа фармацевтов x_2 на 10 тыс. жителей: $\hat{y} = 11,7 + 0,06x_1 + 0,42x_2$ и

среднеквадратические отклонения коэффициентов регрессии $S_{b_1} = 0,04$ и $S_{b_2} = 0,14$.
Начиная с какого уровня значимости α можно утверждать, что y зависит от доли городского населения x_1

- а) 0,3;
- б) 0,2;
- в) 0,1;
- г) 0,05.

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Понятие вероятности.
2. Что такое случайная величина
3. Что такое функция распределения случайной величины
4. Нормальный закон распределения
5. Логнормальный закон распределения
6. Гамма-распределение, экспоненциальное, распределение χ^2
7. Распределение Вейбулла
8. Бета-распределение, равномерное распределение.
9. Использование распределения Стьюдента
10. Использование распределения Фишера
11. Методы нахождения распределения функций от случайных величин
12. Преобразование Смирнова.
13. Метод Монте-Карло. Основания для применения.
14. Понятие устойчивости генерации в методе Монте-Карло.
15. Теорема о проверке гипотезы о виде распределения
16. Понятие риска
17. Показатели риска. Var.
18. Понятие белого шума.

19. Моделирование случайных возмущений.
20. Виды имитационных моделей.
21. Агентное моделирование.
22. Дискретно-событийное моделирование.
23. Системная динамика.
24. Эконометрическое моделирование.
25. Современная критика эконометрических подходов.

Тематика заданий для подготовки к зачету

1. Использование преобразования Смирнова для построения случайных возмущений с заданными распределениями. Реализация в Calc.
2. Генерация с.в. с нормальным распределением в Calc и Anylogic. Проверка гипотезы о виде распределения
3. Генерация с.в. с гамма-распределением в Calc и Anylogic. Проверка гипотезы о виде распределения
4. Генерация с.в. с бэта-распределением в Calc и Anylogic. Проверка гипотезы о виде распределения
5. Генерация с.в. с распределением Вейбулла в Calc и Anylogic. Проверка гипотезы о виде распределения
6. Генерация с.в. с логнормальным распределением в Calc и Anylogic. Проверка гипотезы о виде распределения. Реализация в Anylogic
7. Построения имитационных моделей с использованием Calc
 - 7.1. Расчет показателей проекта VAR и EAR
 - 7.2. Модель поведения провокатора в социуме
 - 7.3. Модель работы фрезерного станка в различных режимах технологической нагрузки
8. Построения имитационных моделей в Anylogic
 - 8.1. Развитие коронавирусной инфекции
 - 8.2. Модель движение потока людей в выставочном комплексе с учетом рисков

пожарной опасности

8.3. Модель работа цеха

8.4. Модель взаимодействия в социальной системе

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная:

1. Бабешко, Л. О. Эконометрика и эконометрическое моделирование: учебник / Л. О. Бабешко, М. Г. Бич, И. В. Орлова. — Москва : Инфра-М, 2018. — 385 с. — Текст : непосредственный. - То же. — 2023. — ЭБС ZNANIUM.com. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1905581> (дата обращения: 03.05.2023). — Текст : электронный.

2. Эконометрика : учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.] ; под редакцией И. И. Елисеевой. — Москва : Юрайт, 2023. — 449 с. — (Высшее образование). — ЭБС Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/510472> (дата обращения: 03.05.2023). — Текст : электронный.

б) дополнительная:

1. Колемаев, В. А. Математическая экономика : учебник / В. А. Колемаев. — 3-е изд., стер. — Москва : Юнити-Дана, 2017. — 401 с. - ЭБС Университетская библиотека online. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684909> (дата обращения: 03.05.2023). — Текст : электронный.

2. Малыхин, В. И. Финансовая математика: учеб. пособие для вузов / В. И. Малыхин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 237 с. - ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028639> (дата обращения: 03.05.2023). — Текст : электронный.

3. Экономико-математическое моделирование бизнес-процессов отраслевых рынков в условиях цифровой экономики : монография / В. А. Цветков, М. Н. Дудин, Н. В. Лясников [и др.]. - Москва : Русайнс, 2019. — 188 с. — ЭБС BOOK.ru. - URL: <https://book.ru/book/932301> (дата обращения: 03.05.2023). — Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znaniy.com>
5. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система издательства Проспект <http://ebs.prospekt.org/books>
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
8. Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников» <https://grebennikov.ru/>
9. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
10. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
11. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
12. СПАРК <https://spark-interfax.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту бакалавриата (далее – студенту) оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями

и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте департамента, с графиком консультаций преподавателей.

***Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям
(теоретический курс)***

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания департамента.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале. Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, но и другую учебную литературу;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;
- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- использовать при подготовке нормативные документы Финансового университета;
- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Методические рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, выполнение расчетно-аналитической работы, начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная

литература.

При работе с литературой рекомендуется делать записи. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки явного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Методические указания по проведению практических занятий

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;
- выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;
- разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;
- рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;
- разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;
- корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проведение аудиторных самостоятельных работ;
- подведение итогов и разбор типичных ошибок, возникших при выполнении самостоятельных работ.

Студенты должны обратить внимание на перечень основных контрольных мероприятий, которые проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Конкретные сроки проведения этих мероприятий своевременно доводятся до сведения студентов.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11.1.Комплект лицензионного программного обеспечения:

Пакет офисных программ

Антивирус Kaspersky

Anylogic 8

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Информационно-правовая система «Консультант Плюс»

Информационно-правовая система «Гарант»

Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>

Система комплексного раскрытия информации «СКРИН»: <https://skrin.ru>

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации: - не предусмотрены

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины возможно использование вычислительных средств – компьютер, смартфон или планшет, в качестве дополнительных инструментов организации и осуществления образовательного процесса.