

Программа учебной дисциплины
«Экономико-математическое моделирование»

Утверждена
Академическим советом ОП
Протокол № от __.__.2019 г.

Разработчик	Кравченко Т.К., д.э.н., ординарный профессор, tkravchenko@hse.ru Акопов А.С., д.т.н., профессор кафедры бизнес-аналитики, Aakopov@hse.ru Богданова Т.К., к.э.н., доцент кафедры бизнес-аналитики, tanbog@hse.ru Бекларян А.Л., к.т.н., доцент, abeklaryan@hse.ru Исаев Д.В., к.э.н., доцент кафедры бизнес-аналитики, disaev@hse.ru Марон А.И., к.т.н., доцент кафедры бизнес-аналитики, amaron@hse.ru Шевгунов Т.Я., к.т.н., доцент, tshevgunov@hse.ru
Число кредитов	3
Контактная работа (час.)	32
Самостоятельная работа (час.)	82
Курс, образовательная программа	Направление 38.04.05. «Бизнес-информатика», образовательная программа «Бизнес-информатика» (магистратура), 1 курс
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн-курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов комплекса теоретических знаний и методологических основ в области экономико-математического моделирования, а также практических навыков, необходимых для использования экономико-математических моделей, обеспечивающих решение широкого круга задач в области бизнес-аналитики и управления бизнесом.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать** теоретические аспекты экономико-математического моделирования, классификацию экономико-математических моделей, современные направления экономико-математического моделирования;
- **уметь** разрабатывать и модифицировать экономико-математические модели с применением методов статистического анализа данных, имитационного моделирования экономических процессов и др.;

- *владеть* навыками использования экономико-математических моделей для решения задач в различных отраслях экономики;
- *иметь представление* о возможностях применения экономико-математических моделей в управлении бизнесом.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- «Математический анализ»;
- «Теория вероятностей и математическая статистика»;
- «Теоретические основы информатики»,
- «Архитектура предприятия»,
- «Микроэкономика»,
- «Менеджмент».

2. Содержание учебной дисциплины

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
Тема 1. Классификация экономико-математических моделей и их применение для решения задач в области микро- и макроэкономики.	лк 2	Объясняет понятие экономико-математической модели, классификацию экономико-математических моделей и основные этапы разработки моделей, применение экономико-математических моделей для решения макро- и микро-экономических задач.	Письменный экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	пз 0		
	ср 8		
Тема 2. Статические и динамические, линейные и нелинейные, теоретико-игровые и оптимизационные модели в макро- и микроэкономике.	лк 6	Объясняет сущность макроэкономической динамической модели Солоу; оптимизационной и теоретико-игровых микроэкономических моделей; статической и динамической макроэкономической балансовой модели Леонтьева.	Письменный экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	пз 0		
	ср 12		
Тема 3. Статистические методы и модели прогнозирования в экономических исследованиях.	лк 4	Объясняет сущность статистических методов и моделей, построение линейной и логистической регрессионных моделей, применение кластерного и факторного анализа, методов дерева решений.	Письменный экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	пз 0		
	ср 12		
Тема 4. Моделирование	лк 4	Объясняет сущность	Письменный

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
проектов.	пз 0	моделирования проектов с детерминированной и случайной продолжительностью работ, понятия критического пути, резервов времени работ и событий.	экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	ср 10		
Тема 5. Моделирование экономически обоснованной стратегии компании на основе приоритизации стратегических инициатив.	лк 4	Объясняет методологию моделирования экономически обоснованной стратегии компании на основе проведения SWOT – анализа; приоритизации целей и стратегических инициатив проектов; формирования оптимального портфеля стратегических инициатив.	Письменный экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	пз 0		
	ср 10		
Тема 6. Имитационные модели в экономике.	лк 4	Объясняет методологию имитационного моделирования, сущность теории и методов системной динамики, методов стохастического имитационного моделирования, многоагентных систем, архитектуру агентных моделей, динамических систем и дискретно-событийного моделирования.	Письменный экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	пз 0		
	ср 10		
Тема 7. Модели машинного обучения.	лк 4	Объясняет сущность постановки задачи обучения по прецедентам, задач классификации, методов построения регрессионных моделей, прогнозирования и ранжирования.	Письменный экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	пз 4		
	ср 10		
Тема 8. Модели нечеткой логики.	лк 4	Объясняет сущность математической теории нечетких множеств и нечеткой логики, понятий лингвистической переменной, функции принадлежности, нечетких чисел и нечеткого логического вывода.	Письменный экзамен (120 минут, в экзаменационную неделю)
	пз 0		
	ср 10		
Часов по видам учебных занятий:	лк 32		
	пз 0		
	ср 82		
Итого часов:	114		

Формы учебных занятий:

лк – лекции в аудитории;

пз – практические занятия в аудитории;

ср – самостоятельная работа студента.

Содержание разделов дисциплины:

Тема 1. Классификация экономико-математических моделей и их применение для решения задач в области микро- и макроэкономики.

Предмет и метод экономико-математического моделирования. Понятие экономико-математической модели. Классификация экономико-математических моделей. Основные этапы разработки моделей. Применение экономико-математических моделей для решения макро- и микро-экономических задач.

Тема 2. Статические и динамические, линейные и нелинейные, теоретико-игровые и оптимизационные модели в макро- и микроэкономике.

Модель Солоу как пример макроэкономической динамической модели: описание модели, стационарный режим, типы сходимости к стационарному режиму, значение стационарного режима фондовооруженности в случае производственной функции Кобба-Дугласа, золотое правило накопления.

Постановка транспортной задачи. Постановка модели поведения потребителя (как примеры микроэкономических оптимизационных моделей).

Конкуренция между двумя фирмами: равновесие Курно, равновесие и неравновесие Стэкельберга (как пример теоретико-игровой микроэкономической модели).

Постановка модели межотраслевого баланса (модель Леонтьева), необходимое и достаточное условие ее продуктивности. Линейная модель международной торговли, условие сбалансированности торговли.

Тема 3. Статистические методы и модели прогнозирования в экономических исследованиях.

Цели и задачи экономико-статистического моделирования и прогнозирования. Типы задач и область применения статистического анализа.

Методы многомерного статистического анализа и моделирования социально-экономических явлений. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Факторный анализ. Кластерный анализ.

Метод наименьших квадратов. Коэффициент детерминации. Критерии статистической надежности: критерий Стьюдента, критерий Дарбина-Ватсона. Мультиколлинеарность. Обучающая и экзаменующая выборки.

Методы классификации и анализа структуры данных. Деревья решений. Пакеты прикладных программ для статистического моделирования (IBM SPSS Statistics, Eviews, MS Excel).

Тема 4. Моделирование проектов.

Моделирование проектов: постановка задачи.

Моделирование проектов с детерминированной продолжительностью работ. Сетевые графики в нотациях «узел–работа» и «дуга–работа». Определение критического пути. Определение резервов времени работ и событий.

Моделирование проектов со случайной продолжительностью работ и случайными временными лагами между работами с применением системы дискретно-событийного имитационного моделирования Arena.

Тема 5. Моделирование экономически-обоснованной стратегии компании на основе приоритизации стратегических инициатив.

Моделирование экономически обоснованной стратегии компании. SWOT – анализ стратегических целей в четырёх стратегических перспективах Нортон и Каплана: «Финансы», «Клиенты», «Внутренние процессы», «Обучение и рост сотрудников». Приоритизация целей. Инициирование стратегических инициатив проектов, направленных на достижение стратегических целей.

Приоритизация стратегических инициатив. Формирование оптимального портфеля стратегических инициатив, являющегося стратегией компании.

Тема 6. Имитационные модели в экономике.

Методология имитационного моделирования. Теория и методы системной динамики. Методология разработки системно-динамических моделей. Примеры системно-динамических моделей.

Методы стохастического имитационного моделирования. Имитационный эксперимент в условиях неопределенности. Оценка рисков и оптимизация решений с помощью имитационной модели.

Многоагентные системы. Парадигма агентного моделирования. Архитектура агентных моделей. Агентное моделирование в оптимизационных задачах. Примеры агентных моделей.

Динамические системы и дискретно-событийное моделирование. Введение в динамические системы. Блочный метод реализации моделей динамических систем. Интеграция систем имитационного моделирования с внешними приложениями.

Тема 7. Модели машинного обучения.

Постановка задач обучения по прецедентам. Объекты и признаки. Типы шкал: бинарные, номинальные, порядковые, количественные. Типы задач: классификация, регрессия, прогнозирование, ранжирование. Основные понятия: модель алгоритмов, метод обучения, функция потерь и функционал качества, принцип минимизации эмпирического риска, обобщающая способность, скользящий контроль. Линейные модели регрессии и классификации. Полиномиальная регрессия. Примеры прикладных задач. Методика экспериментального исследования и сравнения алгоритмов на модельных и реальных данных.

Тема 8. Модели нечеткой логики.

Математическая теория нечетких множеств (fuzzy sets) и нечеткая логика (fuzzy logic) являются обобщениями классической теории множеств и классической формальной логики. Данные понятия были впервые предложены американским ученым Лотфи Заде (Lotfi Zadeh) в 1965 г. Основной причиной появления новой теории стало наличие нечетких и приближенных рассуждений при описании человеком процессов, систем, объектов.

Нечеткие множества. Символы. Основные понятия. Основные операции над нечеткими множествами: включение, равенство, дополнение, пересечение, объединение, разность, дизъюнктивная сумма. Примеры. Лингвистическая переменная. Функции принадлежности. Классификация. Нечеткие числа. Нечеткий логический вывод. Интеграция с интеллектуальными парадигмами: нечеткие нейронные сети, адаптивные нечеткие системы, нечеткие запросы, нечеткие ассоциативные правила, нечеткие когнитивные карты, нечеткая кластеризация.

3. Оценивание

Текущей формой контроля является самостоятельная работа на практических занятиях. Итоговый контроль осуществляется в форме письменного экзамена.

Итоговая форма контроля проводится в виде письменного теста и оценивается по 10-балльной шкале.

Критерии выставления оценок за экзаменационную работу:

- 100% правильных ответов – 10 баллов;
- 90% правильных ответов – 9 баллов;
- 80% правильных ответов – 8 баллов;
- 70% правильных ответов – 7 баллов;
- 60% правильных ответов – 6 баллов;
- 50% правильных ответов – 5 баллов;
- 40% правильных ответов – 4 балла;
- 30% правильных ответов – 3 балла;
- 20% правильных ответов – 2 балла;
- 10% правильных ответов – 1 балл.

Общая оценка за текущий контроль рассчитывается по формуле:

$$O_{\text{текущий}} = 1,0 \cdot O_{c/p} ,$$

где $O_{c/p}$ – оценка за самостоятельную работу.

Накопленная оценка формируется из оценки за текущий контроль и оценки за аудиторную работу. Накопленная оценка рассчитывается по следующей формуле:

$$O_{\text{накопленная}} = 0,7 \cdot O_{\text{текущий}} + 0,3 \cdot O_{\text{ауд}},$$

где $O_{\text{текущий}}$ – оценка за текущий контроль;

$O_{\text{ауд}}$ – оценка за аудиторную работу.

Оценка за аудиторную работу формируется на основе посещения занятий:

- 100% посещаемости – 10 баллов;
- 90% посещаемости – 9 баллов;
- 80% посещаемости – 8 баллов;
- 70% посещаемости – 7 баллов;
- 60% посещаемости – 6 баллов;

- 50% посещаемости – 5 баллов;
- 40% посещаемости – 4 балла;
- 30% посещаемости – 3 балла;
- 20% посещаемости – 2 балла;
- 10% посещаемости – 1 балл.

Результирующая оценка формируется на основе оценки за экзамен и накопленной оценки. Результирующая оценка рассчитывается по формуле:

$$O_{результ} = 0,5 \cdot O_{экзамен} + 0,5 \cdot O_{накопленная} ,$$

где $O_{экзамен}$ – оценка за экзамен;
 $O_{накопленная}$ – накопленная оценка.

При формировании оценок на основе весовых коэффициентов в ведомость выставляется целая часть числа.

Блокирующие элементы не предусмотрены

4. Примеры оценочных средств

4.1. Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Тема 1. Классификация экономико-математических моделей и их применение для решения задач в области микро- и макроэкономики.

- Предмет и метод экономико-математического моделирования.
- Понятие экономико-математической модели.
- Классификация экономико-математических моделей.
- Основные этапы разработки экономико-математических моделей.

Тема 2. Статические линейные и нелинейные модели в экономике.

- Модель Солоу. Производственная функция Кобба-Дугласа. Золотое правило накопления.
- Стационарный режим. Типы сходимости к стационарному режиму.
- Транспортная задача.
- Модель поведения потребителей.
- Равновесие Курно.
- Равновесие и неравновесие Стэкельберга.
- Необходимое и достаточное условие продуктивности модели межотраслевого баланса.
- Линейная модель международной торговли.
- Условие сбалансированности торговли.

Тема 3. Статистические методы и модели прогнозирования в экономических исследованиях.

- Цели и задачи экономико-статистического моделирования и прогнозирования.
- Типы задач и область применения статистического анализа.

- Методы многомерного статистического анализа и моделирования социально-экономических явлений.
- Корреляционный анализ.
- Регрессионный анализ.
- Факторный анализ.
- Кластерный анализ.
- Методы классификации и анализа структуры данных.
- Деревья решений.
- Пакеты прикладных программ для статистического моделирования (IBM SPSS, Eviews, MS Excel).
- Метод наименьших квадратов.
- Критерии статистической надежности.
- Коэффициент детерминации.
- Критерий Дарбина-Ватсона.
- Критерий Стьюдента.
- Обучающая и экзаменующая выборки.

Тема 4. Моделирование проектов.

- Определение критического пути проекта на основе сетевого графика.
- Расчет раннего возможного времени и позднего допустимого начала и завершения работы.
- Определение периода допустимой задержки работы.
- Расчет раннего возможного и позднего допустимого времени наступления события.
- Построение имитационной модели проекта при помощи нотации системы Arena.

Тема 5. Моделирование экономически-обоснованной стратегии компании на основе приоритизации стратегических инициатив.

- SWOT – анализ стратегических целей в четырех стратегических перспективах Нортон и Каплана.
- Приоритизация целей.
- Инициирование стратегических инициатив проектов.
- Приоритизация стратегических инициатив.
- Оптимизация портфеля стратегических инициатив.

Тема 6. Имитационные модели в экономике.

- Основные методы имитационного моделирования экономических процессов.
- Методология имитационного моделирования.
- Теория и методы системной динамики.
- Методология разработки системно-динамических моделей.
- Примеры системно-динамических моделей.
- Методы стохастического имитационного моделирования.
- Имитационный эксперимент в условиях неопределенности.
- Оценка рисков и оптимизация решений с помощью имитационной модели.

- Многоагентные системы.
- Парадигма агентного моделирования.
- Архитектура агентных моделей.
- Агентное моделирование в оптимизационных задачах.
- Примеры агентных моделей.
- Динамические системы и дискретно-событийное моделирование.
- Введение в динамические системы.
- Блочный метод реализации моделей динамических систем.
- Интеграция систем имитационного моделирования с внешними приложениями

Тема 7. Модели машинного обучения.

- В какой шкале измерена переменная?
- К какому типу задач относится сформулированная задача?
- Понятие модели алгоритмов.
- Понятие функции потерь.
- Принцип минимизации эмпирического риска.
- Понятие обобщающей способности.
- Понятие скользящего контроля.

Тема 8. Модели нечеткой логики.

- Нечеткие множества и основные операции над нечеткими множествами.
- Понятие нечетких чисел.
- Понятие нечеткого логического вывода.
- Нечеткие запросы.
- Нечеткие ассоциативные правила.
- Нечеткие когнитивные карты.
- Нечеткая кластеризация.

4.2. Примеры экзаменационных задач

Исходные данные.

Дана выборка статистических данных с информацией по разным регионам России.

Требуется:

Построить множественную линейную регрессию зависимости переменной, измеренной в интервальной шкале, от ряда независимых переменных, измеренных в разных шкалах.

Ответить на вопросы:

- Чему равен коэффициент детерминации?
- От каких независимых переменных зависит величина зависимой переменной?
- Изменения, какой независимой переменной, наиболее сильно влияют на изменения зависимой?

- Насколько при прочих равных условиях изменится величина зависимой переменной при изменении определенной независимой переменной на единицу?
- Каковы границы доверительного интервала для коэффициента при определенной независимой переменной?
- Значимо ли влияние изменения определенной независимой переменной, измеренной в порядковой шкале, на величину зависимой переменной?

4.3. Блокирующие элементы

Блокирующие элементы не предусмотрены

5. Ресурсы

5.1. Рекомендуемая основная литература

1. Лопатников В.И. Экономико-математический словарь. Словарь современной экономической науки. М.: Дело, 2003.
2. Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов – 3-е изд., перераб и доп. / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; – М.: Высшая школа, 2001 - 343 с.
3. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. – М: Айрис-Пресс, 2002. - 553 с.
4. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: Юнити-Дана, 2005.
5. Кузнецов А.В. Экономико-математические методы и модели / Н.И.Холод, А.В Кузнецов, Я.Н. Жихар и др.; Под общей редакцией А.В. Кузнецова. 2-е изд. – Мн.: БГЭУ, 2000 - 471 с.
6. А.С. Акопов Имитационное моделирование. Учебник и практикум для бакалавриата. М.: Юрайт, 2014.
7. Форрестер Дж. Мировая динамика. М., АСТ, 2003
8. Ю.Г. Карпов Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 СПб: БХВ-Петербург, 2006.
9. В.Н. Сидоренко «Системно-динамическое моделирование в среде Powersim. М.: МАКС Пресс, 2001.
10. А. Бююль, П. Цёфель, SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей / пер. с нем. – СПб: ООО «ДиаСофтЮП», 2005 – 608 с.
11. Айвазян С.А. Основы эконометрики. Том 2. М.: Юнити-дана, 2001.
12. Айвазян С. А. Методы эконометрики: учебник для вузов. – М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. – 507 с. - ISBN 978-5-9776015-3-5.
13. Груздев А. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics и R. Метод деревьев решений. – М.: ДМК Пресс, 2016 – 278 с.
14. Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике. М.: Научная книга, 2008.
15. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2014. — 739 p.
16. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006. — 738 p.
17. Маккинли У. Python и анализ данных / У. Маккинли; Пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 799 с.

18. Анализ данных: учебник для академического бакалавриата / В.С. Мхитарян [и др.]; под ред. В.С. Мхитаряна. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 490 с. Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/2F0CB324-CA92-43B6-9690-E80537843BAE.
19. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – М: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2014.
20. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. – М: Либроком, 2011. [Режим доступа: https://www.studmed.ru/saati-tl-prinyatie-resheniy-pri-zavisimostyah-i-obratnyh-svyazyah-analiticheskie-seti_812e8cce865.html]
21. Отварухина Н. С. Современный стратегический анализ: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. С. Отварухина, В. Р. Веснин. — М.: Юрайт, 2019. 427 с. <https://biblio-online.ru/book/sovremennyy-strategicheskiy-analiz-432857>]
22. Cosgrove W.J. Simplifying PERT Network Simulation with ARENA // California Journal of Operations Management. 2008. Vol. 6. No 1. P. 61-68.
23. Мерков А. Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. 2011. 256 с.
24. Мерков А. Б. Распознавание образов. Построение и обучение вероятностных моделей. 2014. 238 с.
25. Коэлю Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2016. 302 с.
26. Вьюгин В.В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. 2-е издание, исправленное и дополненное. – М.: МЦНМО, 2018. – 384 с.
27. Горбаченко, В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети: учебное пособие для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 105 с.
28. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
29. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2002.
30. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб., 2005.
31. Назаров, Д. М. Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств: учебное пособие для академического бакалавриата / Д. М. Назаров, Л. К. Коньшева. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 186 с.
32. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний: учебное пособие для академического бакалавриата / Ф. А. Новиков. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 278 с.
33. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М., 2004.
34. Масалович А. Нечеткая логика в бизнесе и финансах. www.tora-centre.ru/library/fuzzy/fuzzy-.htm
35. Усков А.А. Системы с нечеткими моделями объектов управления. Монография. – Смоленск: СФРУК, 2013. – 153 с.
36. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учеб. пособие / Г. Э. Яхьяева. – 2-е изд., испр. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 315 с.

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература

1. Ашманов С.А. Математические модели и методы в экономике. - М.: Изд-во МГУ, 1980.
2. Бахтин А.Е. Математическое моделирование в экономике: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГАЭиУ, 1995.
3. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б., Подлазов А. В. Нелинейная динамика: подходы, результаты, надежды. М.: УРСС, 2006.
4. Хемди А. Таха. Системы массового обслуживания // Введение в исследование операций - 7-е изд. — М.: «Вильямс», 2007. — С. 629-697.
5. А.О.Крыштановский. Анализ социологических данных с помощью пакета SPSS, Москва, 2006.
6. Таганов Д.Н. SPSS: Статистический анализ в маркетинговых исследованиях. – СПб.: Питер, 2005. – 192 с.: ил.
7. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Анализ данных на компьютере: учеб. пособие – Изд. 4-е, перераб. – М.: ФОРУМ, 2008. – 367 с. – (Сер. "Высшее образование") . - ISBN 5-8199-0356-8.
8. Kosko B. Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transactions on Computers, vol. 43, No. 11, November 1994. – P. 1329-1333.
9. Cordon O., Herrera F., A General study on genetic fuzzy systems // Genetic Algorithms in engineering and computer science, 1995. – P. 33-57.

5.3. Программное обеспечение

Для чтения лекций и решения практических задач используются стандартные пакеты прикладных программ офисного назначения, включая системы подготовки и редактирования текстов Microsoft Word, электронные таблицы Microsoft Excel и систему подготовки презентаций Microsoft PowerPoint, универсальную систему профессионального статистического анализа и управления данными IBM SPSS Statistics, систему для построения имитационных моделей AnyLogic.

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Windows 10 Microsoft Windows 8.1 Professional	Из внутренней сети университета (договор)
2.	Microsoft Office Professional	Из внутренней сети университета (договор)
3.	IBM SPSS Statistics 25	Из внутренней сети университета (договор)
4.	AnyLogic	Из внутренней сети университета (договор)

5.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Электронно-библиотечная система Юрайт	Доступна из внутренней сети университета: https://biblio-online.ru/

5.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены персональными компьютерами, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ, с установленным программным обеспечением.

6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Авторы программы:

<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>ординарный профессор</u> (занимаемая должность)	<u>Т.К. Кравченко</u> (инициалы, фамилия)
<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>профессор</u> (занимаемая должность)	<u>А.С. Акопов</u> (инициалы, фамилия)
<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>доцент</u> (занимаемая должность)	<u>Т.К. Богданова</u> (инициалы, фамилия)
<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>доцент</u> (занимаемая должность)	<u>А.Л. Бекларян</u> (инициалы, фамилия)
<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>доцент</u> (занимаемая должность)	<u>Д.И. Исаев</u> (инициалы, фамилия)
<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>доцент</u> (занимаемая должность)	<u>А.И. Марон</u> (инициалы, фамилия)
<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>доцент</u> (занимаемая должность)	<u>Н.К. Хачатрян</u> (инициалы, фамилия)
<u>НИУ-ВШЭ</u> (место работы)	<u>доцент</u> (занимаемая должность)	<u>Т.Я. Шевгунов</u> (инициалы, фамилия)