

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сочинский государственный университет»

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
Волков А.Н.
« 1 » сентября 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УРиКОД
В.П. Ермакова
« 7 » сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Математическое и имитационное моделирование

Шифр и направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Профиль подготовки бакалавра Цифровые технологии в аналитической деятельности

Форма обучения Очная

Выпускающая кафедра кафедра информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы кафедра прикладной математики и информатики

Год набора - 2021

| Семестр | Трудоёмкость (час./зет.) | Лекцион. занятия, (час.) | Практич. занятия, (час.) | Лаборат. занятия, (час.) | СРС, (час.) | КР/КП | Форма промежуточного контроля (экс./зачет) |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------|--|
| 5 | 108/3 | 18 | 0 | 36 | 54 | - | Зачет с оценкой |
| 6 | 108/3 | 16 | 0 | 32 | 33 | - | Экзамен(27) |
| ИТОГО | 216/6 | 34 | 0 | 68 | 87 | | Зачет с оценкой, Экзамен(27) |

Сочи 2021 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины Математическое и имитационное моделирование

Рабочую программу составили:

Алексей

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА

Заведующий кафедрой

И.Л. Макарова
подпись

Макарова И.Л.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины соответствует библиотечному фонду СГУ:

Директор НОБ

Е.С. Мыкина
подпись

Мыкина Е.С.

Структура рабочей программы соответствует предъявляемым требованиям

Отдел качества образования и методического обеспечения

В.В. Васильченко
подпись

Васильченко
В.В.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Рабочая программа переутверждена на 2022/2023 учебный год, протокол № 1 заседания кафедры от «30» августа 2022 года.

На основании распоряжения ректора № 243-р, от 06.07.22 г. в рабочую программу дисциплины внесены изменения – Профессиональные компетенции, установленные вузом (ПКУВ) на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников считать Профессиональными компетенциями, определенными организацией самостоятельно на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников (ПК).

ПКУВ-5 считать ПК-5;

ПКУВ-8 считать ПК-8;

В программу внесены дополнения и(или) изменения.

Внесены изменения в пункт 4.2.1, актуализирована литература

Заведующий кафедрой


Подпись

Копырин А.С.

ФИО

Рабочая программа переутверждена на 20__/20__ учебный год, протокол №__ заседания кафедры от «__» _____ 20__ года.

В программу внесены дополнения и(или) изменения.

Заведующий кафедрой

Подпись

ФИО

Рабочая программа переутверждена на 20__/20__ учебный год, протокол №__ заседания кафедры от «__» _____ 20__ года.

В программу внесены дополнения и(или) изменения.

Заведующий кафедрой

Подпись

ФИО

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины Математическое и имитационное моделирование является теоретическая и практическая подготовка студентов по основам анализа и синтеза производственных и экономических процессов, составления и анализа математических и имитационных моделей, структур систем

Задачи дисциплины: -формирование знаний о методах математического и имитационного моделирования;

-подготовка студентов для научной и практической деятельности в области разработки моделей сложных дискретных систем и проведения на них исследований.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП НАПРАВЛЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ)

Дисциплина Математическое и имитационное моделирование относится к дисциплинам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений

Таблица 1 - Дисциплины, участвующие в формировании компетенции

| Код и наименование компетенции | Дисциплины, участвующие в формировании компетенции |
|---|--|
| Профессиональные компетенции установленные вузом (ПКУВ) | |
| ПКУВ-8 Способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности | Основы фундаментального и технического анализа Эконометрика Экономико-математическое моделирование Информационные системы в бухгалтерском учете и налогообложении Научно-исследовательская работа Предметно-ориентированные экономические информационные системы Информационные системы управления производственной компании Правовые основы интеллектуальной собственности Введение в машинное обучение Преддипломная практика Интеллектуальные информационные системы Системы поддержки принятия решений |
| ПКУВ-5 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область. | Экономико-математическое моделирование Преддипломная практика Введение в машинное обучение Деловые коммуникации в профессиональной деятельности |

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

УК – универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПКУВ – профессиональные компетенции установленные вузом.

Таблица 2 - Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенции и индикаторы их достижения | В результате изучения |
|--|-----------------------|
|--|-----------------------|

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | дисциплины обучающиеся должны: |
|---|--|--|
| ПКУВ-8 Способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности | ПКУВ-8.1 Демонстрирует знание правовых основ охраны объектов интеллектуальной собственности, актуальной нормативной, научно-технической, охранной документации в области информационных технологий и методов определения патентной чистоты | Знает основы системного мышления и научно-исследовательских методов |
| ПКУВ-8 Способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности | ПКУВ-8.2 Применяет актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний и оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ | Умеет строить схемы причинно-следственных связей Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ |
| ПКУВ-8 Способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности | ПКУВ-8.3 Применяет навыки планирования и проведения патентных и научных исследований и использует методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов интеллектуальной собственности и обеспечения патентной чистоты | Владеет навыками организации сбора, обработки и оформления результатов экспериментов и наблюдений Владеет навыками выявления причин проблем, которые могут быть устранены за счет автоматизации |
| ПКУВ-5 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область. | ПКУВ-5.1 Моделирует бизнес-процессы на предприятии | Знает инструменты и методы моделирования бизнес-процессов Владеет навыками моделирования бизнес-процессов в ИС |
| ПКУВ-5 Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область. | ПКУВ-5.2 Анализирует функциональные разрывы и корректирует на его основе существующую модели бизнес-процессов | Умеет анализировать исходную документацию и функциональные разрывы Владеет навыками анализа функциональных разрывов и корректировки на его основе существующей модели бизнес-процессов |

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Тематический план дисциплины

| № раздела, темы | Наименование модуля (раздела, темы) дисциплины | Всего часов | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | |
|-----------------|---|-------------|---|----------------------|---------------------|-----|
| | | | Контактная работа | | | СРС |
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1 | Раздел 1. Модели теории оптимального управления. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.1 | Тема 1. Основы теории оптимального управления.. | 12 | 2 | 0 | 4 | 6 |
| 1.2 | Тема 2. Математические методы управления оптимальными процессами. | 20 | 4 | 0 | 6 | 10 |
| 1.3 | Тема 3. Условия оптимальности. Численные методы оптимизации | 16 | 2 | 0 | 6 | 8 |
| 2 | Раздел 2. Моделирование процессов макро- и микроэкономики. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.1 | Тема 4. Модели межотраслевого баланса экономики | 12 | 2 | 0 | 4 | 6 |
| 2.2 | Тема 5. Производственные функции | 12 | 2 | 0 | 4 | 6 |
| 2.3 | Тема 6. Модели микроэкономики. Модели установления равновесных цен | 12 | 2 | 0 | 4 | 6 |
| 2.4 | Тема 7. Модели предпочтений потребителей | 12 | 2 | 0 | 4 | 6 |
| 2.5 | Тема 8. Теория хаоса. Модели хаотической динамики. | 12 | 2 | 0 | 4 | 6 |
| | Зачет с оценкой | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Всего: | 108 | 18 | 0 | 36 | 54 |
| 3 | Раздел 3. Основы имитационного моделирования | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1 | Тема 9. Введение в теорию имитационного моделирования. | 6 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| 3.2 | Тема 10. Программное обеспечение имитационного моделирования. | 9 | 2 | 0 | 4 | 3 |
| 3.3 | Тема 11. Создание адекватных и детальных имитационных моделей. | 7 | 2 | 0 | 2 | 3 |
| 3.4 | Тема 12. Выбор входных распределений вероятностей. | 6 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| 3.5 | Тема 13. Генераторы случайных чисел. | 6 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| 3.6 | Тема 14. Генерирование случайных величин. | 6 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| 3.7 | Тема 15. Анализ выходных данных для автономной системы. | 9 | 2 | 0 | 4 | 3 |
| 3.8 | Тема 16. Сравнение альтернативных конфигураций системы. | 9 | 2 | 0 | 4 | 3 |
| 3.9 | Тема 17. Планирование экспериментов. Методы понижения дисперсия и методы оптимизации. | 9 | 2 | 0 | 4 | 3 |
| 3.10 | Тема 18. Моделирование сложных систем. | 14 | 2 | 0 | 6 | 6 |
| | Экзамен | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Всего: | 108 | 16 | 0 | 32 | 33 |

| | | | | | | |
|--|-------|-----|----|---|----|----|
| | ИТОГО | 216 | 34 | 0 | 68 | 87 |
|--|-------|-----|----|---|----|----|

4.1.1 Лекционные занятия

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Краткое содержание |
|-------|--|--|
| 1.1 | Тема 1. Основы теории оптимального управления. | Основы моделирования экономичес-ких процессов. Оптимизацион-ные модели экономической дина-мики. Некоторые вопросы качест-венного исследования моделей управляемых экономических про-цессов. Численные методы оптимизации для многошаговых процессов с непрерывным управлением. Численные методы оптимизации для многошаговых процессов с дискретным управлением. |
| 1.2 | Тема 2. Математические методы управления оптимальными процессами. | Математическая модель опти-мальных управляемых процессов. Достаточные условия оптимально-сти. Исследование однопродуктовой макро модели оптимального разви-тия экономики. Задача Эйлера вариационного ис-числения. Метод Лагранжа-Понтрягина для непрерывных управляемых про-цессов. Метод Лагранжа для многошаго-вых процессов управления с одно-мерным аргументом. Некоторые применения необходи-мых условий оптимальности в форме Лагранжа-Понтрягина. Метод Гамильтона-Якоби-Беллмана. |
| 1.3 | Тема 3. Условия оптимальности. Численные методы оптимизации | Численные методы оптимизации для некоторых многошаговых процессов с дискретным управлением (двумерный аргумент). Другие общие методы решения задач дискретного программиро-вания. Методы решения некото-рых частных классов задач дис-кретного программирования. Динамическая модель оптималь-ного развития многоотраслевой экономики. Примеры прикладных задач теории оптимального управ-ления. |
| 2.1 | Тема 4. Модели межотраслевого баланса экономики | Статические модели межотраслевого баланса в системе национальных счетов. Коэффициенты прямых и полных материальных затрат. Продуктивная матрица |
| 2.2 | Тема 5. Производственные функции | Определение производственной функции. Типы производственных функций. Свойства произвожден-ной функции. Мультипликативная производственная функция. Виды производственных функций |
| 2.3 | Тема 6. Модели микроэкономики. Модели установления равновесных цен | Модель фирмы. Модели рыночных структур. Поведение фирмы в условиях совершенной конкуренции. Поведение фирмы в условиях монополии. Паутинообразная модель с |

| | | |
|-----|--|--|
| | | запаздыванием предложения. Паутинообразная модель с запаздыванием спроса. Модель Вальраса. Модель Эванса. |
| 2.4 | Тема 7. Модели предпочтений потребителей | Предпочтения потребителя и его функция полезности. Линии безразличия. Оптимизация функции полезности. Задача потребительского выбора для произвольного числа товаров. Кривые «доход-потребление». Кривые «цена-потребление» |
| 2.5 | Тема 8. Теория хаоса. Модели хаотической динамики. | Теория хаоса, основные определения. Логистическое отображение, каскад бифуркаций и рождение хаоса. Показатели Ляпунова. Анализ логистического уравнения. Модель хищник-жертва и ее экономическая интерпретация. |
| 3.1 | Тема 9. Введение в теорию имитационного моделирования. | Суть имитационного моделирования. Система, модели и имитационное моделирование. Метод Монте-Карло |
| 3.2 | Тема 10. Программное обеспечение имитационного моделирования. | Сравнение пакетов имитационного моделирования. Возможности программ имитационного моделирования. Универсальные пакеты имитационного моделирования. Объектно-ориентированное моделирование. Предметно-ориентированные пакеты имитационного моделирования. Агентное моделирование. |
| 3.3 | Тема 11. Создание адекватных и детальных имитационных моделей. | Уровни детализации модели. Верификация моделирующих компьютерных программ. Методы повышения валидации и доверия к модели. Роль руководства в процессе моделирования системы. |
| 3.4 | Тема 12. Выбор входных распределений вероятностей. | Определение наиболее подходящего распределения. Смещенные и усеченные распределения. Распределения Безье. Многомерные распределения, корреляции и стохастические процессы. Выбор распределения при отсутствии данных. |
| 3.5 | Тема 13. Генераторы случайных чисел. | Линейные конгруэнтные генераторы. Генераторы других типов. Тестирование генераторов случайных чисел. Общие подходы к генерированию случайных величин. |
| 3.6 | Тема 14. Генерирование случайных величин. | Генерирование непрерывных случайных величин. Генерирование дискретных случайных величин. Генерирование коррелированных случайных величин, векторов и процессов. Генерирование процессов поступления. |
| 3.7 | Тема 15. Анализ выходных данных для автономной системы. | Статистический анализ при переходном режиме моделирования. Статистический анализ установившихся параметров. Статистический анализ установившихся циклических параметров. |
| 3.8 | Тема 16. Сравнение альтернативных конфигураций системы. | Множественные оценки показателей работы. Временные графики важных переменных. Доверительные интервалы при сравнении двух систем. Доверительные интервалы при |

| | | |
|------|---|--|
| | | сравнении нескольких систем. |
| 3.9 | Тема 17. Планирование экспериментов. Методы понижения дисперсия и методы оптимизации. | Эксперименты со многими факторами. Поверхности отклика и метамоделли. Чувствительность и оценка градиен-та. Поиск оптимума. |
| 3.10 | Тема 18. Моделирование сложных систем. | Моделирование слож-ных систем. Система с режимом разделения времени Simlib. Банк с несколькими кассами. Моделирование случайности в производственных системах. |

4.1.2 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрены

4.1.3 Лабораторные занятия

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Краткое содержание |
|-------|---|---|
| 1.1 | Тема 1. Основы теории оптимального управления.. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 1.2 | Тема 2. Математические методы управления оптимальными процессами. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 1.3 | Тема 3. Условия оптимальности. Численные методы оптимизации | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 2.1 | Тема 4. Модели межотраслевого баланса экономики | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 2.2 | Тема 5. Производственные функции | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 2.3 | Тема 6. Модели микроэкономики. Модели установления равновесных цен | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 2.4 | Тема 7. Модели предпочтений потребителей | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 2.5 | Тема 8. Теория хаоса. Модели хаотической динамики. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.1 | Тема 9. Введение в теорию имитационного моделирования. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.2 | Тема 10. Программное обеспечение имитационного моделирования. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.3 | Тема 11. Создание адекватных и детальных имитационных моделей. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.4 | Тема 12. Выбор входных распределений вероятностей. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.5 | Тема 13. Генераторы случайных чисел. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.6 | Тема 14. Генерирование случайных величин. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.7 | Тема 15. Анализ выходных данных для автономной системы. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.8 | Тема 16. Сравнение альтернативных конфигураций системы. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.9 | Тема 17. Планирование экспериментов. Методы понижения дисперсия и методы оптимизации. | Изучение вопросов лекции, решение задач |
| 3.10 | Тема 18. Моделирование сложных систем. | Изучение вопросов лекции, решение задач |

4.1.4 Самостоятельная работа студента

4.2.1 Литература

1. Нерсисянц А.А. Имитационное моделирование инфокоммуникационных сетей и устройств : учебное пособие / Нерсисянц А.А.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 113 с. — ISBN 978-5-4497-1708-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122222.html> (дата обращения: 21.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Ахмадиев Ф.Г. Математическое моделирование и методы оптимизации : учебное пособие / Ахмадиев Ф.Г., Гильфанов Р.М.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-1383-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116448.html> (дата обращения: 21.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/116448>
3. Балакин А.А. Численные методы и математическое моделирование : учебное пособие / Балакин А.А.. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2022. — 287 с. — ISBN 978-5-91559-297-0. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119633.html> (дата обращения: 21.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

| № п/п | Наименование темы дисциплины | Краткое содержание |
|-------|---|--|
| 1.1 | Тема 1. Основы теории оптимального управления.. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 1.2 | Тема 2. Математические методы управления оптимальными процессами. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 1.3 | Тема 3. Условия оптимальности. Численные методы оптимизации | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 2.1 | Тема 4. Модели межотраслевого баланса экономики | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 2.2 | Тема 5. Производственные функции | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 2.3 | Тема 6. Модели микроэкономики. Модели установления равновесных цен | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 2.4 | Тема 7. Модели предпочтений потребителей | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 2.5 | Тема 8. Теория хаоса. Модели хаотической динамики. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.1 | Тема 9. Введение в теорию имитационного моделирования. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.2 | Тема 10. Программное обеспечение имитационного моделирования. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.3 | Тема 11. Создание адекватных и детальных имитационных моделей. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.4 | Тема 12. Выбор входных распределений вероятностей. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.5 | Тема 13. Генераторы случайных чисел. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.6 | Тема 14. Генерирование случайных величин. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.7 | Тема 15. Анализ выходных данных для автономной системы. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.8 | Тема 16. Сравнение альтернативных конфигураций системы. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.9 | Тема 17. Планирование экспериментов. Методы понижения дисперсия и методы оптимизации. | подготовка отчетов по лабораторным работам |
| 3.10 | Тема 18. Моделирование сложных систем. | подготовка отчетов по лабораторным работам |

4.1.5 Интерактивные формы занятий

В учебном плане отсутствуют

4.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.2.1 Литература

1. Математическое и имитационное моделирование : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов по направлению обучения 230700 «Прикладная информатика» / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сочинский государственный университет», кафедра «Прикладная математика и информатика» ; составители Э. А. Пилосян, А. М. Фетисова. - Сочи : РИЦ ФГБОУ ВО СГУ, 2014. – 32 с. – Список литературы: с. 32. - Текст : непосредственный.

2. Имитационное моделирование : учебное пособие / составители Д. В. Арясова, М. А. Ахапова, С. В. Овчинникова. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. — 180 с. — ISBN 978-5-9961-1918-9. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101442.html> (дата обращения: 07.09.2021). — Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст : электронный.
3. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.]. — Москва : Логос, 2016. — 440 с. — ISBN 978-5-98704-637-1. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66414.html> (дата обращения: 07.09.2021). — Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст : электронный.
4. Кобелев, Н. Б. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н. Б. Кобелев, В. А. Половников, В. В. Девятков ; под общей редакцией Н. Б. Кобелева. - Москва : КУРС: ИНФРА-М, 2018. - 368 с. - ISBN 978-5-905554-17-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961800> (дата обращения: 07.09.2021). - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.
5. Фомин, В. Г. Математическое моделирование в системе MathCAD : учебное пособие / В. Г. Фомин. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-7433-3387-5. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108693.html> (дата обращения: 07.09.2021). — Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст : электронный.
6. Математические и инструментальные методы экономики : учебное пособие / П. В. Акинин, В. А. Королев, С. Г. Кочергин [и др.]. — Москва : КНОРУС, 2012. — (Для бакалавров). — ISBN 978-5-406-01560-5. - Текст : непосредственный.
7. Губарь, Ю. В. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / Ю. В. Губарь. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 178 с. — ISBN 978-5-4497-0865-6. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101993.html> (дата обращения: 07.09.2021). — Режим доступа: для авторизованных пользователей. - Текст : электронный.

4.2.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

-

4.2.3 Нормативные документы

-

4.2.4 Интернет-ресурсы и другие электронные информационные источники

Общие Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы

1. Электронная библиотека Сочинского государственного университета : база данных. — Сочи, [2017-]. — URL: <http://lib.sutr.ru/> (дата обращения: 10.07.2021). — Текст : электронный.
2. ScienceDirect : полнотекстовая база данных / издательство Elsevier. — URL: <https://www.sciencedirect.com/> (дата обращения: 10.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

3. SpringerNature : полнотекстовая база данных / Springer Nature Switzerland AG. Part of Springer Nature. – URL: <https://link.springer.com/> (дата обращения: 10.07.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
4. IPRbooks : электронно-библиотечная система / ЭБС IPRbooks ; ООО «Ай Пи Эр Медиа», электронное периодическое издание «www.iprbookshop.ru». – Саратов, [2010-]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 10.07.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
5. Znaniium.com : электронно-библиотечная система / ЭБС Znaniium.com, ООО «Научно-издательский центр Инфра-М». – Москва, [2011-]. – URL: <http://znaniium.com/> (дата обращения: 10.07.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ) : Федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ. – Москва, [2004-]. – Режим доступа: <https://rusneb.ru> (дата обращения: 10.07.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
7. Polpred.com Обзор СМИ : электронно-библиотечная система / Г. Вачпадзе, ООО «ПОЛПРЕД Справочники». – Москва, [1997-]. – URL: <https://polpred.com/> (дата обращения: 10.07.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.
8. КиберЛенинка : научная электронная библиотека открытого доступа / ООО «Итеос». – Электрон. дан. – Москва, [2014-]. – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 10.07.2021). – Текст : электронный.
9. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека / Компания «Научная электронная библиотека» (eLIBRARY.RU). – Москва, [2000-]. – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 10.07.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4.3 Текущая и промежуточная аттестации по дисциплине

Для оценки сформированности компетенций разрабатываются оценочные средства по дисциплине.

Форма и содержание текущей и промежуточной аттестации по дисциплине раскрывается в фонде оценочных средств, который является отдельным документом.

Оценочные средства по дисциплине содержат:

- материалы для текущего контроля оценки знаний по дисциплине;
- материалы для промежуточного контроля оценки знаний по дисциплине.

Примерные вопросы для подготовки к промежуточной аттестации:

Вопросы на зачет с оценкой

1. Основы моделирования экономических процессов.
2. Оптимизационные модели экономической динамики.
3. Некоторые вопросы качественного исследования моделей управляемых экономических процессов.
4. Математическая модель оптимальных управляемых процессов.
5. Достаточные условия оптимальности.
6. Исследование однопродуктовой макромоделей оптимального развития экономики.
7. Задача Эйлера вариационного исчисления.
8. Метод Лагранжа-Понтрягина для непрерывных управляемых процессов.
9. Метод Лагранжа для многошаговых процессов управления с одномерным аргументом.
10. Некоторые применения необходимых условий оптимальности в форме Лагранжа-Понтрягина.
11. Метод Гамильтона-Якоби-Беллмана.
12. Численные методы оптимизации для многошаговых процессов с непрерывным управлением.
13. Численные методы оптимизации для многошаговых процессов с дискретным управлением.
14. Численные методы оптимизации для некоторых многошаговых процессов с дис-

кретным управлением (двумерный аргумент).

15. Другие общие методы решения задач дискретного программирования.
16. Методы решения некоторых частных классов задач дискретного программирования.
17. Динамическая модель оптимального развития многоотраслевой экономики.
18. Примеры прикладных задач теории оптимального управления.
19. Статические модели межотраслевого баланса в системе национальных счетов.
20. Коэффициенты прямых и полных материальных затрат.
21. Продуктивная матрица.
22. Экономика как динамическая система.
23. Модель Самуэльсона-Хикса.
24. Определение производственной функции.
25. Типы производственных функций.
26. Свойства производственной функции.
27. Мультипликативная производственная функция.
28. Виды производственных функций.
29. Предпочтения потребителя и его функция полезности.
30. Линии безразличия.
31. Оптимизация функции полезности.
32. Задача потребительского выбора для произвольного числа товаров.
33. Кривые «доход-потребление». Кривые «цена-потребление».
34. Модель фирмы.
35. Модели рыночных структур.
36. Поведение фирмы в условиях совершенной конкуренции.
37. Поведение фирмы в условиях монополии.
38. Паутинообразная модель с запаздыванием предложения.
39. Паутинообразная модель с запаздыванием спроса.
40. Модель Вальраса.
41. Модель Эванса.
42. Теория хаоса, основные определения.
43. Логистическое отображение, каскад бифуркаций и рождение хаоса.
44. Показатели Ляпунова.
45. Анализ логистического уравнения.
46. Модель хищник-жертва и ее экономический смысл.

Вопросы на экзамен

47. Суть имитационного моделирования.
48. Система, модели и имитационное моделирование.
49. Метод Монте-Карло.
50. Дискретно-событийное моделирование.
51. Моделирование системы управления запасами.
52. Подходы к созданию имитационных моделей.
53. Этапы в исследовании системы посредством моделирования.
54. Виды моделирования.
55. Преимущества, недостатки и ошибки моделирования.
56. Сравнение пакетов имитационного моделирования.
57. Возможности программ имитационного моделирования.
58. Универсальные пакеты имитационного моделирования.
59. Объектно-ориентированное моделирование.
60. Предметно-ориентированные пакеты имитационного моделирования.
61. Агентное моделирование.
62. Уровни детализации модели.
63. Верификация моделирующих компьютерных программ.
64. Методы повышения валидации и доверия к модели.
65. Роль руководства в процессе моделирования системы.
66. Процедуры для сравнения модельных и системных выходных данных.
67. Наиболее часто используемые распределения вероятностей.

68. Методы оценки для выборочной независимости.
69. Программа ExpertFit и пример ее использования.
70. Оценка параметров.
71. Определение наиболее подходящего распределения.
72. Смещенные и усеченные распределения.
73. Распределения Безье.
74. Многомерные распределения, корреляции и стохастические процессы.
75. Выбор распределения при отсутствии данных.
76. Модели процессов поступления требований.
77. Оценка однородности различных наборов данных.
78. Линейные конгруэнтные генераторы.
79. Генераторы других типов.
80. Тестирование генераторов случайных чисел.
81. Общие подходы к генерированию случайных величин.
82. Генерирование непрерывных случайных величин.
83. Генерирование дискретных случайных величин.
84. Генерирование коррелированных случайных величин, векторов и процессов.
85. Генерирование процессов поступления.
86. Переходное и установившееся поведение стохастического процесса.
87. Типы имитационного моделирования автономной системы и анализ выходных данных.
88. Статистический анализ при переходном режиме моделирования.
89. Статистический анализ установившихся параметров.
90. Статистический анализ установившихся циклических параметров.
91. Множественные оценки показателей работы.
92. Временные графики важных переменных.
93. Доверительные интервалы при сравнении двух систем.
94. Доверительные интервалы при сравнении нескольких систем.
95. Ранжирование и выбор.
96. Метод общих случайных чисел понижения дисперсии.
97. Дополняющие случайные величины.
98. Контрольные случайные величины.
99. Непрямая оценка метода понижения дисперсии.
100. Метод создания условий понижения дисперсии.
101. Эксперименты со многими факторами.
102. Поверхности отклика и метамоделли.
103. Чувствительность и оценка градиента.
104. Моделирование сложных систем.
105. Система с режимом разделения времени Simlib.
106. Банк с несколькими кассами.
107. Моделирование случайности в производственных системах.
108. Программное обеспечение моделирования производственных систем.
109. Основные компоненты моделей массового обслуживания.
110. Общая модель системы массового обслуживания.
111. Понятие марковского процесса. Дискретные и непрерывные цепи Маркова. Уравнения Колмогорова. Однородные цепи Маркова; предельные переходные вероятности.
112. Системы массового обслуживания как пример непрерывной цепи Маркова.
113. Одноканальные и многоканальные СМО с отказами.
114. Одноканальные и многоканальные СМО с очередью.
115. СМО с ограниченным временем ожидания.
116. Специализированные системы обслуживания с пуассоновским распределением.
117. Формула Поллачека-Хинчина.
118. Другие модели массового обслуживания.
119. Модели принятия решений в теории массового обслуживания.

5 УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины

В течение семестра студенты осуществляют учебные действия на лекционных и лабораторных занятиях, решают практические задачи по указанию преподавателя, усваивают и повторяют основные понятия. Характер и количество задач, решаемых на практических занятиях, определяются преподавателем, ведущим занятия. Контроль эффективности самостоятельной работы студентов осуществляется путем проверки решения ими учебных заданий и практических задач, выполнения домашних заданий, предусмотренных для самостоятельной отработки с дальнейшим групповым обсуждением.

Преподавание и изучение учебной дисциплины осуществляется в виде лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных форм работы, самостоятельной работы студентов.

Методические рекомендации по подготовке студентов к лабораторным занятиям. Для лучшего усвоения и закрепления материала по данной дисциплине студентам необходимо научиться работать с литературой. Изучение дисциплины предполагает отслеживание публикаций в периодических изданиях и работу с Internet.

При подготовке к занятиям студенты должны изучить рекомендованную литературу, ответить на вопросы и выполнить все задания для самостоятельной работы. При подготовке целесообразно на основе изучения рекомендованной литературы выписать в контекст основные категории и понятия по учебной дисциплине, подготовить развернутые планы ответов и краткое содержание выполненных заданий.

Методические рекомендации студентам по организации самостоятельной работы по изучению литературных источников.

При организации самостоятельной работы, следует обратить особое внимание на регулярность изучения литературы. В период изучения литературных источников необходимо так же вести конспект. В случае затруднений необходимо обратиться к преподавателю за разъяснениями.

5.2 Организация самостоятельной работы студента по дисциплине

Самостоятельная работа студента является ключевой составляющей учебного процесса, которая определяет формирование навыков, умений и знаний, приемов познавательной деятельности и обеспечивает интерес к творческой работе.

Организация самостоятельной работы студентов осуществляется по трем направлениям:

- определение цели, программы, плана задания или работы;
- со стороны преподавателя студенту оказывается помощь в технике изучения материала, подборе литературы для ознакомления и написания курсовой работы, проекта, реферата;
- контроль усвоения знаний, приобретения навыков по дисциплине, оценка выполненной контрольной и курсовой работы, проекта.

Мерами по обеспечению выполнения обучающимися всех видов самостоятельной работы являются (указать при наличии ниже перечисленных пунктов):

- наличие помещений для курсового проектирования, СРС;
- обеспечение средствами вычислительной техники, программное обеспечение;
- наличие раздаточного материала, комплектов индивидуальных заданий, учебно-методических материалов, тем рефератов со списком рекомендуемой литературы, рекомендаций по решению типовых задач, образцов отчетов о выполнении СРС и т.п.;

обеспечение учебно-методической и справочной литературой всех видов самостоятельной работы (например методические указания по выполнению проектов, контрольных работ, сборники тестовых заданий, сборники задач по дисциплине).

Каждый обучающийся по дисциплине обеспечен учебно-методической литературой.

5.3 Особенности преподавания дисциплины

Преподавание дисциплины ведется с применением элементов следующих видов образовательных технологий: В целях максимального усвоения дисциплины используются следующие технологии обучения

- Лекция - учебное занятие, составляющее основу теоретического обучения и дающее систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывающее состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрирующее внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах, стимулирующее их познавательную деятельность и способствующее формированию творческого мышления.

- Лабораторная работа - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности

- Самостоятельная работа студента, предусматривает выполнение работы - задание, которое требует от студента воспроизведения и/или обработки полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем, и требующей, как правило, творческого подхода

- Преподавание дисциплины опирается на современный подход к обучению и ориентируется на внесение в процесс обучения новизны, обусловленной особенностями динамики развития жизни и деятельности, спецификой различных технологий обучения и потребностями личности, общества и государства в выработке у обучаемых социально полезных знаний, убеждений, черт и качеств характера, отношений и опыта поведения

Проведение всех видов занятий при преподавании дисциплины, проведение консультаций, промежуточная и текущая аттестация возможна с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

5.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Презентационный комплект (ноутбук, проектор, экран)
2. Аудитории для самостоятельной работы (Компьютерный. Локальная сеть. Подключение к сети Интернет. Электронные базы данных)
3. Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет»)

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. *Microsoft Windows*
2. *Microsoft Office Professional Plus.*

Состав продукта:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Microsoft Outlook, Microsoft Publisher, Microsoft Access, Microsoft OneNote, Microsoft InfoPath.

3. *Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.*
4. *Anylogic Personal Learning Edition.*
5. *RStudio.*

При организации занятий, текущей и промежуточной аттестации с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий используются различные электронные образовательные ресурсы и онлайн сервисы, входящие в состав ЭИОС СГУ.

5.5 Методическое обеспечение образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Условия организации и содержание обучения и контроля знаний инвалидов и обучающихся с ОВЗ по дисциплине определяются программой дисциплины, адаптированной при необходимости для обучения указанных обучающихся.

Организация обучения, текущей и промежуточной аттестации студентов-инвалидов и студентов с ОВЗ осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Исходя из психофизического развития и состояния здоровья студентов-инвалидов и студентов с ОВЗ, организуются занятия совместно с другими обучающимися в общих группах, используя социально-активные и рефлексивные методы обучения создания комфортного психологического климата в студенческой группе или при соответствующем заявлении такого

обучающегося, по индивидуальной программе, которая является модифицированным вариантом основной рабочей программы дисциплины. При этом содержание программы дисциплины не изменяется. Изменяются, как правило, формы обучения и контроля знаний, образовательные технологии и дидактические материалы.

Обучение студентов-инвалидов и студентов с ОВЗ также может осуществляться индивидуально и/или с применением дистанционных технологий.

Дистанционное обучение обеспечивает возможность коммуникаций с преподавателем, а так же с другими обучаемыми посредством вебинаров (например, с использованием программы Skype), что способствует сплочению группы, направляет учебную группу на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения.

В учебном процессе для повышения уровня восприятия и переработки учебной информации студентов-инвалидов и студентов с ОВЗ применяются мультимедийные и специализированные технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с различными нарушениями, обеспечивается выпуск альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт), электронных образовательных ресурсов в формах, адаптированных к ограничениям здоровья обучающихся, наличие необходимого материально-технического оснащения.

Подбор и разработка учебных материалов производится преподавателем с учетом того, чтобы студенты с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально (например, с использованием программ-синтезаторов речи).

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ фонд оценочных средств по дисциплине, позволяющий оценить достижение ими результатов обучения и уровень сформированности компетенций, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, адаптируется для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа при прохождении аттестации.

**Приложение к рабочей программе дисциплины
09.03.03 Прикладная информатика, Прикладная информатика в экономике**

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Математическое и имитационное моделирование

части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений

Очная форма обучения

| | |
|--|--|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / час.) | 6/216 |
| Цель изучения дисциплины | теоретическая и практическая подготовка студентов по основам анализа и синтеза производственных и экономических процессов, составления и анализа математических и имитационных моделей, структур систем |
| Содержание дисциплины | Раздел 1. Модели теории оптимального управления.; Тема 1. Основы теории оптимального управления.; Тема 2. Математические методы управления оптимальными процессами.; Тема 3. Условия оптимальности. Численные методы оптимизации; Раздел 2. Моделирование процессов макро- и микроэкономики.; Тема 4. Модели межотраслевого баланса экономики; Тема 5. Производственные функции; Тема 6. Модели микроэкономики. Модели установления равновесных цен; Тема 7. Модели предпочтений потребителей; Тема 8. Теория хаоса. Модели хаотической динамики.; Зачет; Раздел 3. Основы имитационного моделирования; Тема 9. Введение в теорию имитационного моделирования.; Тема 10. Программное обеспечение имитационного моделирования.; Тема 11. Создание адекватных и детальных имитационных моделей.; Тема 12. Выбор входных распределений вероятностей.; Тема 13. Генераторы случайных чисел.; Тема 14. Генерирование случайных величин.; Тема 15. Анализ выходных данных для автономной системы.; Тема 16. Сравнение альтернативных конфигураций системы.; Тема 17. Планирование экспериментов. Методы понижения дисперсия и методы оптимизации.; Тема 18. Моделирование сложных систем |
| Формируемые компетенции (коды) | ПКУВ-8; ПКУВ-5 |
| Коды и наименование индикатора достижения компетенции | ПКУВ-8.1 Демонстрирует знание правовых основ охраны объектов интеллектуальной собственности, актуальной нормативной, научно-технической, охранной документации в области информационных технологий и методов определения патентной чистоты; ПКУВ-8.2 Применяет актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний и оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; ПКУВ-8.3 Применяет навыки планирования и проведения патентных и научных исследований и использует методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов интеллектуальной собственности и обеспечения патентной чистоты; ПКУВ-5.1 Моделирует бизнес-процессы на предприятии; ПКУВ-5.2 Анализирует функциональные разрывы и корректирует на его основе существующую модели бизнес-процессов |
| Дисциплины, участвующие в формировании компетенции | Основы фундаментального и технического анализа Эконометрика Экономико-математическое моделирование Информационные системы в бухгалтерском учете и налогообложении Научно-исследовательская работа Предметно-ориентированные экономические информационные системы Информационные системы управления производственной компании Правовые основы интеллектуальной собственности Введение в машинное обучение Преддипломная практика Интеллектуальные информационные системы Системы поддержки принятия решений Деловые коммуникации в профессиональной деятельности |
| Образовательные технологии | Лекция; Лабораторная работа; Самостоятельная работа студента |
| Форма промежуточной аттестации | Зачет с оценкой, Экзамен |

