

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ

А.С. Авдеев

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.26 «Моделирование»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **09.03.04**

Программная инженерия

Направленность (профиль, специализация): **Разработка программно-информационных систем**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	А.В. Астахова
Согласовал	Зав. кафедрой «ПМ»	Е.Г. Боровцов
	руководитель направленности (профиля) программы	С.А. Кантор

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Применяет математический аппарат, методы математического анализа и моделирования для решения задач
		ОПК-1.3	Участвует в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов профессиональной деятельности, в обработке их результатов
ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1	Выбирает информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
		ОПК-2.2	Использует современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Вычислительные алгоритмы, Дискретная математика, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Математический анализ, Объектно-ориентированное программирование, Программирование, Разработка и реализация проектов, Теория вероятностей и математическая статистика, Философия
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Преддипломная практика, Разработка и реализация проектов

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	32	0	116	76

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

Форма обучения: очная

Семестр: 7

Лекционные занятия (32ч.)

1. Введение в дисциплину {беседа} (2ч.)[2,3,7,8,9] Понятие моделей и моделирования. Отражение свойств системы в математической модели. Задачи дисциплины: формирование навыков в области разработки и анализа математических моделей различных систем и объектов; методов, алгоритмов и программ реализации моделей, их информационного обеспечения; освоение технологией и практикой проведения вычислительного эксперимента; обработки, представления и интерпретации получаемых результатов; грамотного применения методо- (функционально-) ориентированных и проблемно ориентированных математических пакетов; освоение общих принципов дискретного моделирования сложных систем, включающих знания методов формализации процесса функционирования систем; проведение машинного эксперимента с моделями данного класса систем с использованием современных общих и специальных языков имитационного моделирования.

Этапы моделирования. Особенности проверки адекватности моделей, понятие анализа неопределенности и чувствительности. Общие и специальные языки моделирования. Характеристика ИДК: ОПК-1.1; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2

2. Математическое программирование: детерминированные статические оптимизационные модели объектов систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[2,4,5,6,7,8,9] Модели задач распределения ресурсов: классификация задач, построение моделей. Алгоритм решения задач линейного программирования геометрическим методом. Особые случаи. Алгоритм решения задач линейного программирования симплекс-методом: аналитический, табличный. Свойства сходимости. Требования к вычислительным процедурам. Двойственный симплекс-метод. Алгоритмы решения моделей классической транспортной задачи с детерминированным и случайным спросом. Модели, методы и алгоритмы целочисленного программирования.

Анализ моделей на чувствительность. Представление и интерпретация получаемых результатов моделирования. Стандартные методо- ориентированные математические пакеты.

3. Математическое программирование: оптимизационные динамические модели процессов сложных систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[3,7,9] Модели и алгоритмы управления запасами.

Детерминированная модель без дефицита при стационарном спросе. Детерминированная модель с дефицитом при стационарном спросе. Детерминированная модель с переменными затратами на доставку партии товаров со скидкой за величину партии. Детерминированная модель с переменными доплатами за интенсификацию производства или за экстренность поставки. Модель задачи управления запасами при непрерывном вероятностном спросе и мгновенных поставках. Детерминированная задача при разных видах продукции и одноуровневом управлении запасами. Модель задачи управления запасами при непрерывном вероятностном спросе и мгновенных поставках.

Типизация алгоритмов моделирования управления запасами.

Модели и алгоритмы динамического программирования. Общая постановка задачи динамического программирования, как задачи дискретного моделирования процессов. Интерпретация управления в фазовом пространстве. Алгоритм решения задачи управления запасами методом динамического программирования. Алгоритм решения задачи распределения ресурсов методом динамического программирования. Бесконечношаговый процесс динамического программирования. Представление и интерпретация получаемых результатов моделирования. Примеры использования оптимизационных динамических моделей в проблемно ориентированных пакетах прикладных программ.

4. Дискретное моделирование сложных систем: Марковские процессы и СМО {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[3,7,9] Моделирование систем по схеме Марковских случайных процессов. Марковский случайный процесс с дискретными состояниями. Случайные процессы с дискретным и непрерывным временем, Марковская цепь. Марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем, система дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний. Предельные вероятности состояний. Поток событий. Простейший поток событий и его свойства. Пуассоновские потоки событий и непрерывные Марковские цепи. Модель процесса «гибели и размножения». Циклический процесс. Приближенное сведение не Марковских процессов к Марковским. Метод псевдосостояний.

Системы массового обслуживания (СМО). Задачи теории массового обслуживания. Классификация СМО и их основные характеристики. Моделирование Марковских СМО: одноканальная с отказами, многоканальная с отказами, одноканальная с ожиданием, многоканальная с ожиданием, с ограниченным временем ожидания, замкнутые, с «взаимопомощью» между каналами, с ошибками. СМО с не Пуассоновскими потоками событий.

5. Дискретное моделирование сложных систем: введение в теорию расписаний {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,8] Модели задач упорядочения как имитационные модели не Марковских СМО. Постановка задачи упорядочения как задачи теории расписаний. Классификация моделей задач упорядочения. Модели загрузки оборудования для условий группового производства: модели и алгоритмы задач Джонсона; алгоритмы В.Петрова.

Моделирующие алгоритмы. Принципы построения моделирующих алгоритмов для сложных систем: с шагом моделирования; по «особым состояниям»;

«последовательной проводки заявок».

6. Дискретное моделирование сложных систем: имитационное моделирование случайных процессов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,7] Статистическое моделирование. Метод статистических испытаний (Монте-Карло). Единичный жребий (моделирование испытаний в схеме случайных процессов). Примеры моделирования случайных процессов методом Монте-Карло. Определение характеристик стационарного случайного процесса методом Монте-Карло по одной реализации на примере n-канальной системы массового обслуживания. Оценка точности характеристик, полученных методом Монте-Карло. Необходимое число реализаций.

Применение моделей. Представление и интерпретация получаемых результатов моделирования сложных систем. Проблемно- и методо- ориентированные математические пакеты.

7. Неопределенность в моделировании. Динамическое моделирование с обратной связью {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,10] Неопределенность. Особенности сложных систем. Понятие и типы неопределенности при моделировании и управлении сложными слабо формализуемыми системами. Алгоритмическое обеспечение процедур для снижения параметров неопределенности сложной системы.

Модели управления Дж. Форрестера. Динамическое моделирование и процессы принятия решений. Принципы построения динамических моделей систем управления. Устойчивость и линейность. Структура модели на основе взаимосвязанных диаграмм потоков. Моделирование запаздываний. Пример системы уравнений модели управления производственно-сбытовой системой предприятия. Правила и решения. Экзогенные переменные. Теоретические и экспериментальные исследования на модели. Оценка пригодности модели.

Лабораторные работы (32ч.)

1. Модели задач линейного программирования (ЗЛП) {творческое задание} (4ч.)[1,2,6] Применение математического аппарата, методов математического анализа и моделирования для решения задач профессиональной деятельности: анализ постановок задач; построение моделей ЗЛП; решение графическим методом.

2. Статические оптимизационные модели. Симплексный метод решения задач линейного программирования (ЗЛП) вида $AX \leq B$ {творческое задание} (4ч.)[1,2,7,8,9] Аналитические и табличные симплекс-преобразования. Использование пакетов прикладных программ и сред моделирования для решения ЗЛП, как задач профессиональной деятельности.

3. Симплексный метод решения задач линейного программирования (ЗЛП) вида $AX \{ = ; \geq ; \leq \} B$. Двойственная задача линейного программирования {творческое задание} (4ч.)[1,2,4,5,6,9] Программная реализация алгоритма решения прямой и двойственной ЗЛП вида $AX \{ = ; \geq ; \leq \} B$. Исследование решения на чувствительность к изменению управляемых параметров модели.

4. Анализ инструментальных средств моделирования систем {дискуссия} (2ч.)[1,3,9] Анализ пакетов прикладных программ и сред моделирования систем. Сравнительный анализ возможностей языков моделирования – для выбора информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

5. Моделирование марковских систем массового обслуживания (СМО) {творческое задание} (4ч.)[1,3,7,9] Применение математического аппарата, методов математического анализа и моделирования марковских СМО: построение графических и математических моделей; программная реализация алгоритмов моделей задач профессиональной деятельности.

6. Модели задач упорядочения: построение оптимального расписания загрузки станков в условиях группового производства {творческое задание} (2ч.)[1,3,8] Выбор информационных технологий и программных средств при решении поставленной задачи профессиональной деятельности. Программная реализация алгоритма моделирования Джонсона для двух и для трех станков.

7. Модели задач упорядочения: построение и исследование графика загрузки станков в условиях единичного производства {творческое задание} (6ч.)[1,2,8] Выбор информационных технологий и программных средств при решении задачи. Программная реализация алгоритма моделирования параллельных производственных процессов с использованием правил предпочтения в рамках задачи профессиональной деятельности.

8. Моделирование случайных процессов {творческое задание} (6ч.)[1,3,7,8] Программная реализация алгоритмов имитационного моделирования. Анализ результатов моделирования (участие в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов профессиональной деятельности, в обработке их результатов).

Самостоятельная работа (116ч.)

1. Подготовка к лекционным занятиям {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (32ч.)[2,3,4,5,6,7,8,9,10] Повторение лекционного материала. Изучение теоретического материала, заданного для самостоятельной работы

2. Подготовка к лабораторным работам {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (48ч.)[2,3,4,5,6,7,8,9,10] Повторение теоретического материала по теме работы. Завершение работ, начатых на аудиторных занятиях. Подготовка отчетов по лабораторным работам.

3. Подготовка к экзамену {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (36ч.)[2,3,4,5,6,7,8,9,10] Повторение теоретического материала, закрепление практических навыков, приобретенных на лабораторных занятиях, работа с кейсами.

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Астахова, А.В. Моделирование. Методические указания для выполнения лабораторных работ для обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» / А.В. Астахова. – Барнаул : АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2020. – 61с., 2.32 МБ , pdf

Дата первичного размещения: 14.10.2020. Обновлено: 14.10.2020.

Прямая ссылка: http://elib.altstu.ru/eum/download/pm/Astahova_Modelir_LR_mu.pdf

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Горлач, Б.А. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Горлач. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4865>. — Загл. с экрана.

3. Шелухин, О. И. Моделирование информационных систем : учебное пособие / О. И. Шелухин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. — 516 с. — ISBN 978-5-9912-0193-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111118> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Дополнительная литература

4. Ловянников, Д.Г. Исследование операций : учебное пособие / Д.Г. Ловянников, И.Ю. Глазкова ; Министерство образования РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2017. - 110 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467012> (11.01.2019).

5. Ржевский, С.В. Исследование операций [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/32821>. — Загл. с экрана.

6. Исследование операций : учебное пособие / сост. А.С. Адамчук, С.Р. Амироков, А.М. Кравцов ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 178 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457348> (11.01.2019).

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

7. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Онлайн-библиотека: точные науки . – М. : Советское радио, 1972. - 552 с. –

<https://uch-lit.ru/matematika-2/dlya-studentov/venttsel-e-s-issledovanie-operatsiy-onlayn>

8. Астахова, А.В. Исследование операций и теория игр [Электронный ресурс: — ЭОС АлтГТУ (Ilias)]. Учебник. / А.В. Астахова – Барнаул / Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2020. – Ссылка: http://lms.altstu.ru/ilias/ilias.php?ref_id=5418&cmdClass=ilrepositorygui&cmdNode=w2&baseClass=ilrepositorygui

9. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : Учеб. пособие для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; под. Ред. проф. Н.Ш. Кремера. / Онлайн-библиотека: точные науки . – М., 2005. – 407 с. - Ссылка: <https://uch-lit.ru/ekonomika/kremer-n-sh-issledovanie-operatsiy-v-ekonomike-onlayn>

10. Форрестер, Дж. Динамика развития города / Пер с англ. М.: Прогресс, 1974. – Ссылка:

<https://bookree.org/reader?file=589789>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

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

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Dev-C++
2	Java Runtime Environment
3	LibreOffice
4	Mathcad 15
5	MATLAB R2010b

№пп	Используемое программное обеспечение
6	Python
7	Windows
8	Антивирус Kaspersky
9	Яндекс.Браузер

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Ассоциация Разработчиков Программных Продуктов «Отечественный софт» Общедоступная база данных профессиональных сообществ и их членов (https://www.arppsoft.ru/)
2	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
3	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)
4	Публикации, вопросы по системам управления, цифровой обработке сигналов, анализу данных и многим другим (https://hub.exponenta.ru/)
5	Справочно-информационный портал ГРАМОТА.РУ (http://gramota.ru/)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».