

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф.ГОРБАЧЕВА»  
Филиал КузГТУ в г. Белово



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала  
КузГТУ в г. Белово  
И.К. Костинец

### **Рабочая программа дисциплины**

#### **Математическое и имитационное моделирование**

Направление подготовки – 09.03.03 Прикладная информатика  
Направленность (профиль) – 01 Прикладная информатика в экономике

Присваиваемая квалификация  
"Бакалавр"

Форма обучения очная

год набора 2021

Белово 2023

Рабочую программу составил: к.ф.-м.н. Р.С. Макаrchук

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Экономики и информационных технологий»

Протокол № 10 от «13» мая 2023 г.

Заведующий кафедрой: Верчагина И.Ю.

Согласовано учебно-методической комиссией по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»

Протокол № 9 от «16» мая 2023 г.

Председатель комиссии: Колечкина И.П.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Математическое и имитационное моделирование", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Освоение дисциплины направлено на формирование:

общефессиональных компетенций:

ОПК-6 - Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.

**Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций**

**Индикатор(ы) достижения:**

Использует методы математического и имитационного моделирования для анализа экономических процессов.

**Результаты обучения по дисциплине:**

Знать: основы методов оптимизации и исследования операций, математического и имитационного моделирования;

Уметь: применять методы математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков;

Владеть: навыками математического, статистического и имитационного моделирования для оценки и прогнозирования основных характеристик и показателей экономических процессов.

**2 Место дисциплины "Математическое и имитационное моделирование" в структуре ОПОП бакалавриата**

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Базы данных, Интернет-программирование», «Информационные системы и технологии», «Исследование операций и методы оптимизации», «Математика», «Объектно-ориентированное программирование и разработка информационных систем», «Разработка программных приложений», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория систем и системный анализ», «Численные методы», «Алгоритмизация и программирование».

**3 Объем дисциплины "Математическое и имитационное моделирование" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины "Математическое и имитационное моделирование" составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 3/Семестр 6</b>			
Всего часов	252		
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):</b>			
Аудиторная работа			
<i>Лекции</i>	16		
<i>Лабораторные занятия</i>	48		
<i>Практические занятия</i>			
Внеаудиторная работа			
<i>Индивидуальная работа с преподавателем:</i>			
<i>Курсовая работа</i>	2		
<i>Консультация и иные виды учебной деятельности</i>			
<b>Самостоятельная работа</b>	150		
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	экзамен		

**4 Содержание дисциплины "Математическое и имитационное моделирование", структурированное по разделам (темам)**

**4.1 Лекционные занятия**

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах
--	----------------------

	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<p><b>Тема 1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ.</b>  Системы. Определения систем. Модели систем. Модель «черного ящика», модель состава, модель структуры. Динамические системы и их модели. Временная, пространственная и финансовая динамика. Различные классификации систем (по обеспеченности ресурсами, по происхождению, по описанию переменных, по моделям оператора системы, по типу управления). Понятие управления в системе. Оптимальность. Механизация, автоматизация, кибернетизация. Основные понятия и задачи системного анализа. Принципы и структура системного анализа. Декомпозиция и агрегирование. Этапы системного анализа. Формулирование проблемы. Выявление целей. Формирование критериев. Генерирование альтернатив. Алгоритмы проведения системного анализа. Понятие модели. Этапы построения моделей. Виды моделирования (детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное и непрерывное). Математическое и имитационное (компьютерное) моделирование. Метод Монте-Карло и статистическое моделирование. Вычислительный эксперимент. Триада «модель-алгоритм-программа». Системы моделирования (GPSS, SIMULA, Simulink).</p>	2		
<p><b>Тема 2. СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.</b>  Задачи статистического моделирования. Моделирование случайных чисел. Псевдослучайные числа. Понятие k-равномерности. Моделирование распределения равномерного в интервале (0,1). Требования к «идеальному» генератору (датчику) случайных чисел. Конгруэнтные методы. Метод вычетов (мультипликативный датчик). Дискретные распределения (геометрическое, гипергеометрическое, биномиальное, отрицательное биномиальное, полиномиальное, отрицательное полиномиальное, Пуассона, Паскаля, Пойа, арифметическое, решетчатое). Моделирование дискретных случайных величин. Стандартный метод. Использование рекуррентности для модификации стандартного метода. Нестандартные алгоритмы. Специальные методы моделирования основных дискретных распределений. Непрерывные распределения (прямоугольное, нормальное, арксинуса, обобщенное арксинуса, Больцмана, Максвелла, Гиббса, Вейбулла, гамма, бета, Дирихле, Лапласа, логарифмически нормальное, логистическое, омега-квадрат, Парето, показательное, Рэлея, треугольное, Стьюдента, Фишера-Снедекора, Эрланга, Шарлье, хи-квадрат). Стандартный метод моделирования непрерывных случайных величин (метод обратной функции). Метод исключения. Метод суперпозиции (композиции). Моделирование некоторых специальных распределений (нормального, показательного, гамма, бета). Моделирование эмпирических (дискретных и непрерывных) распределений.</p>	8		
<p><b>Тема 3. ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ.</b>  Классификация математических моделей экономических систем. Общие экономические модели и модели управления предприятиями. Паутинообразные модели ценообразования (вероятностная, с обучением, с запасами). Модель конкурентной отрасли. Модели теории функционирования фирмы (дуополии, олигополии, монополии, Бонини). Отраслевые модели. Макроэконометрические модели (брукингская, ОВЕ, уортонская). Модели массового обслуживания. Производственные модели. Модели управления запасами. Модели торговли. Финансовые модели. Эффективность экономических систем. Показатели и критерии эффективности.</p>	6		
<b>Итого</b>	<b>16</b>		

#### 4.2 Лабораторные занятия

Наименование работы	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<p>Лабораторная работа №1. СТАНДАРТНЫЕ ДАТЧИКИ РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ. Разработка программы для проверки работоспособности датчиков случайных чисел:  1. Delphi: <i>Random</i>[(Range:Word)], <i>Randomize</i>;  2. VBA for MS Excel: <i>Rnd</i>[(число)], <i>Randomize</i>[(число)];  3. MS Excel («Пакет анализа» – «Data Analysis»): <i>СлЧис</i>(), <i>СлучМежду</i>()  Проверить гипотезу о характере распределения выборки получаемых случайных чисел с помощью критерия согласия Пирсона.</p>	6		
<p>Лабораторная работа №2. КОНГРУЭНТНЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ В [0,1] СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ.  На основе одного из конгруэнтных методов (мультипликативного, смешанного, комбинационного) разработать собственный датчик равномерно распределенных случайных чисел. Проверить гипотезу о характере распределения получаемой выборки случайных чисел с помощью критерия согласия Пирсона.</p>	6		
<p>Лабораторная работа №3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН.</p>	6		

<p>Разработать датчик дискретных случайных чисел, распределенных по одному из законов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. геометрическому;</li> <li>2. гипергеометрическому;</li> <li>3. биномиальному;</li> <li>4. отрицательному биномиальному;</li> <li>5. Пуассона;</li> <li>6. Паскаля.</li> </ol> <p>Программно реализовать визуализацию теоретического ряда распределения и оцененного на основании моделируемой выборки.</p>			
<p>Лабораторная работа №4. МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН.</p> <p>Разработать датчик непрерывных случайных чисел, распределенных по закону, информация по которому была собрана в процессе подготовки экспресс-сообщения. Статистически проверить гипотезу о характере распределения моделируемой выборки на основе хи-квадрат критерия согласия Пирсона. Программно реализовать построение графика теоретической функции соответствующего распределения и эмпирической функции распределения, оцененной на основе модельной выборки.</p>	6		
<p>Лабораторная работа №5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ.</p> <p>Разработать программу, имитирующую динамику поведения какого-либо экономического процесса на основе информации, взятой из статистического сборника. Провести графическую иллюстрацию и статистический анализ результатов моделирования.</p>	6		
<p>Лабораторная работа №6. МОДЕЛИ ФИРМЫ.</p> <p>В соответствии с номером своего варианта разработать программу для реализации одной из моделей фирмы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. классическая вероятностная модель ценообразования;</li> <li>2. вероятностная модель ценообразования с обучением;</li> <li>3. вероятностная модель ценообразования с запасами;</li> <li>4. модель олигополии (модель конкурентной отрасли);</li> <li>5. модель дуополии.</li> </ol> <p>Провести серию вычислительных экспериментов. Выполнить анализ и интерпретацию полученных результатов.</p>	8		
<p>Лабораторная работа №7. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ.</p> <p>В соответствии с номером варианта разработать в среде MS Excel таблицу для решения одной из оптимизационных задач:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. задача об ассортименте продукции;</li> <li>2. задача составления смеси;</li> <li>3. оставление расписания;</li> <li>4. анализ безубыточности при наличии ограничений;</li> <li>5. транспортная модель;</li> <li>6. модель назначений;</li> <li>7. модель выбора средств массовой информации для продвижения нового продукта;</li> <li>8. динамическая модель управления запасами;</li> <li>9. модель планирования производства;</li> <li>10. модель перевозок;</li> <li>11. поиск кратчайшего пути;</li> <li>12. задача максимизации потока и модель планирования городского строительства;</li> <li>13. модель формирования инвестиционного портфеля;</li> <li>14. модель управления запасами;</li> <li>15. составление графика работы оборудования;</li> <li>16. составление графика работ при ограниченности ресурсов;</li> <li>17. аналитический иерархический процесс;</li> <li>18. динамическая модель планирования;</li> <li>19. динамическая модель управления финансами;</li> <li>20. модель замены оборудования;</li> <li>21. модель управления запасами при наличии оптовых скидок.</li> </ol> <p>Подготовить доклад с демонстрацией постановки и решения задачи. В процессе выступления обсудить результаты решения.</p>	10		
<b>Итого</b>	<b>48</b>		

#### 4.3 Самостоятельная работа обучающегося и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вид СРС	Трудоемкость в часах
---------	----------------------

	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Поиск информации и подготовка экспресс-сообщения по теме (обзор одного из дискретных или непрерывных распределений), согласованной с преподавателем. Примерный список распределений случайных величин: 1. геометрическое распределение; 2. гипергеометрическое распределение; 3. биномиальное распределение; 4. отрицательное биномиальное распределение; 5. распределение Пуассона; 6. распределение Паскаля; 7. равномерное распределение; 8. нормальное распределение; 9. распределение арксинуса; 10. распределение Вейбулла; 11. гамма-распределение; 12. бета-распределение; 13. распределение Коши; 14. распределение Лапласа; 15. логарифмически нормальное распределение; 16. логистическое распределение; 17. распределение Парето; 18. показательное распределение; 19. распределение Рэлея; 20. треугольное распределение; 21. распределение Стюдента; 22. распределение Фишера; 23. распределение Эрланга.	10		
Разработка алгоритмов, написание, отладка и тестирование программ по тематике лабораторных занятий.	50		
Выполнение и защита курсовой работы.	80		
Подготовка к промежуточной аттестации	10		
<b>Итого</b>	<b>150</b>		
Защита курсовой работы	2		
Экзамен	36		

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа является формой промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Курсовая работа выполняется по общей теме "Имитационные модели". Курсовая работа выполняется обучающимися с целью:

формирования навыков применения теоретических знаний, полученных в ходе освоения дисциплины; формирования практических навыков в части сбора, анализа и интерпретации результатов, необходимых для последующего выполнения научно-исследовательской работы;

формирования навыков логически и последовательно иллюстрировать подготовленную в процессе выполнения курсовой работы информацию;

формирования способностей устанавливать закономерности и тенденции развития явлений и процессов, анализировать, обобщать и формулировать выводы;

формировать умение использовать результаты, полученные в ходе выполнения курсовой работы, в профессиональной деятельности.

Тема курсовой работы/проекта выбирается обучающимся самостоятельно.

Примерная тематика конкретных курсовых работ.

- 1) Стоянка маршрутного такси.
- 2) Эффективность компьютеров в автоматизированной бухгалтерии.
- 3) Динамическое распределение ресурсов в сети под управлением Unix.
- 4) Минимизация производственных затрат.
- 5) Эффективность предприятия.
- 6) Муниципальные проекты инвесторов-землепользователей.
- 7) Модель бензоколонки.
- 8) Модель управления запасами.
- 9) Модель производственной фирмы.
- 10) Модель торговой точки.
- 11) Финансовая модель.
- 12) Модель звена управления.
- 13) Модель финансового планирования.
- 14) Модель управления запасами.
- 15) Модель авиаперевозок.
- 16) Баланс производственных мощностей.

- 17) Оптимизация в условиях неопределенности.
- 18) Модель Хервиса.
- 19) Система массового обслуживания с одним устройством обслуживания.
- 20) Система управления запасами.
- 21) Компьютерная система с режимом разделения времени.
- 22) Банк с несколькими кассами.
- 23) Производственная система.

**5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Математическое и имитационное моделирование", структурированное по разделам (темам)**

**5.1 Паспорт фонда оценочных средств**

Форма(ы) текущего контроля	Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Уровень
Защита лабораторных работ	ОПК-6	Использует методы математического и имитационного моделирования для анализа экономических процессов.	Знать: основы методов оптимизации и исследования операций, математического и имитационного моделирования; Уметь: применять методы математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков; Владеть: навыками математического, статистического и имитационного моделирования для оценки и прогнозирования основных характеристик и показателей экономических процессов.	Высокий или средний
<p><b>Высокий уровень результатов обучения</b> – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: отлично; хорошо; зачтено.</p> <p><b>Средний уровень результатов обучения</b> – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: хорошо; удовлетворительно; зачтено.</p> <p><b>Низкий уровень результатов обучения</b> – знания, умения и навыки не соотносятся с индикаторами достижения компетенции, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.</p>				

**5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы**

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут проводиться как при непосредственном взаимодействии педагогического работника с обучающимися, так и с использованием ресурсов ЭИОС филиала КузГТУ, в том числе синхронного и (или) асинхронного взаимодействия посредством сети «Интернет».

**5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле**

При защите лабораторных работ задается 5-10 вопросов по соответствующей теме.

Примеры вопросов.

- 1) Перечислите задачи статистического моделирования.
- 2) Чем отличаются дискретные случайные величины от непрерывных?
- 3) В чем значимость равномерно распределенных в  $(0, 1)$  случайных чисел для статистического моделирования?
- 4) В чем суть метода обратной функции?
- 5) Каков алгоритм стандартного метода генерации дискретных случайных чисел?

Критерии оценивания:

- количество баллов (0-100) соответствует проценту вопросов, на которые были получены верные ответы.

Количество баллов	0-75	76-100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

**5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации**

Выполнение и представление курсовой работы складывается из следующих этапов:

- 1) концептуальная постановка и формализация решаемой задачи (собеседование с преподавателем);
- 2) разработка и визуализация алгоритма процесса моделирования в виде блок-схемы (представление преподавателю);
- 3) подготовка презентации постановки и формализации решаемой задачи, блок-схемы алгоритма моделирования (публичное представление);
- 4) разработка программного приложения и проведение вычислительных экспериментов (представление преподавателю);
- 5) подготовка презентации курсовой работы (публичная защита);
- 6) подготовка и оформление отчета по курсовой работе (представление преподавателю).

Курсовая работа засчитывается в случае прохождения обучающимся всех шести этапов. Качественная оценка курсовой работы (3, 4, 5) формируется коллегиально обучающимися и преподавателем в результате публичной защиты (этап 5).

Промежуточная аттестация проходит в виде экзамена, на подготовку к которому студенту отводится 36 часов. К экзамену допускаются обучающиеся, защитившие не менее половины лабораторных работ (4 из 7) и курсовую работу.

Экзамен состоит из трех частей:

- 1) первый теоретический вопрос - 30 % итогового результата;
- 2) второй теоретический вопрос - 30 % итогового результата;
- 3) обсуждение результатов выполнению лабораторных и курсовой работы - 40 % итогового результата.

Примеры экзаменационных вопросов.

- 1) Модели систем и системы моделирования.
- 2) Модели и их свойства.
- 3) Виды и различные классификации моделирования.
- 4) Классификационные признаки видов моделирования.
- 5) Методологические аспекты моделирования.
- 6) Особенности разработки больших систем.
- 7) Этапы моделирования систем.
- 8) Сущность и задачи статистического моделирования.
- 9) Требования к «идеальному» датчику случайных чисел.
- 10) Виды случайных величин и законы распределения.
- 11) Оценки параметров распределения и их свойства.
- 12) Описательная статистика и ее вычисление средствами MS Excel.

Критерии оценивания

Количество баллов	0-59	60-69	70-85	86-100
Шкала оценивания	Неуд.	Удовл.	Хорошо	Отлично

### **5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

Текущий контроль успеваемости обучающихся по результатам выполнения лабораторных работ осуществляется в форме собеседования после представления обучающимся результатов выполнения лабораторной работы на электронном носителе. Научно-педагогический работник, после проведения оценочных процедур, имеет право вернуть обучающемуся работу для последующей корректировки с указанием перечня несоответствий. Обучающийся обязан устранить все указанные несоответствия и представить лабораторную научно-педагогическому работнику в срок, не превышающий трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся в течение трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Обучающиеся, которые не прошли текущий контроль успеваемости в установленные сроки, обязаны пройти его в срок до начала процедуры промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с расписанием промежуточной аттестации.

Результаты прохождения процедур текущего контроля успеваемости обучающихся учитываются при оценивании результатов промежуточной аттестации обучающихся.

До промежуточной аттестации допускается обучающийся, который выполнил все требования текущего контроля (защитил не менее четырех из 7 лабораторных работ) и защитил курсовую работу.

Промежуточная аттестация обучающихся проводится после завершения обучения по дисциплине в семестре в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием промежуточной аттестации. Процедура промежуточной аттестации описана в п. 5.2.2.

## **6 Учебно-методическое обеспечение**

### **6.1 Основная литература**



1. Тынкевич, М. А. Исследование операций и имитационное моделирование : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» / М. А. Тынкевич, А. Г. Пимонов, С. А. Веревкин; ФГБОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. приклад. информ. технологий. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2015. – 248 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91636&type=utchposob:common>. – Текст : электронный.

2. Пимонов, А. Г. Имитационное моделирование экономических систем : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 080801.65 «Прикладная информатика (в экономике)» / А. Г. Пимонов, С. А. Веревкин ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово : КузГТУ, 2013. – 138 с. – (Учебники КузГТУ). – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91181&type=utchposob:common>. – Текст : электронный.

## 6.2. Дополнительная литература

1. Пимонов, А. Г. Имитационное моделирование экономических систем : учебное пособие для студентов специальности 080801 «Прикладная информатика (в экономике)» / А. Г. Пимонов, С. А. Веревкин ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. приклад. информ. технологий. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – . – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90577&type=utchposob:common>. – Текст : электронный.

2. Тынкевич, М. А. Очерки истории информатики: введение в специальность : учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 09.03.03 и 09.04.03 "Прикладная информатика"] / М. А. Тынкевич, А. Г. Пимонов, А. А. Тайлакова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2019. – 248 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91750&type=utchposob:common>. – Текст : электронный.

3. Тынкевич, М. А. Статистический анализ данных на компьютере : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 080801.65 «Прикладная информатика (в экономике)» / М. А. Тынкевич, А. Г. Пимонов, А. М. Вайнгауз ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2013. – 124 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91130&type=utchposob:common>. – Текст : электронный.

4. Тынкевич, М. А. Практикум по дисциплине "Исследование операций и методы оптимизации" (нелинейная оптимизация и статистические решения : учебное пособие для направления 09.03.03 "Прикладная информатика" / М. А. Тынкевич, Г. Н. Речко ; ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева". – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 58 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91679&type=utchposob:common>. – Текст : электронный.

5. Тынкевич, М. А. Введение в статистический анализ данных (теория и практика) : учебное пособие : по направлениям подготовки 09.03.03, 09.04.03 и 09.06.01, изучающих дисциплины "Статистический анализ данных", "Системы статистического анализа данных", "Статистический анализ результатов вычислительных экспериментов / М. А. Тынкевич, А. Г. Пимонов, Я. В. Славолюбова ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2021. – 1 файл (4,0 Мб). – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91849&type=utchposob:common>. – Текст : электронный.

6. Вьюненко, Л. Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская ; под редакцией Л. Ф. Вьюненко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 283 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01098-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510993>.

## 6.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека КузГТУ <https://elib.kuzstu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система Новосибирского государственного технического университета <https://clck.ru/JoXpv>
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru/>
5. Информационно-справочная система «Технорматив»: <https://www.technormativ.ru/>

## 6.4 Периодические издания

1. Прикладная информатика: научно-практический журнал (электронный): <http://www.appliedinformatics.ru/>

## 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. Режим доступа: <https://kuzstu.ru/>.

2. Официальный сайт филиала КузГТУ в г. Белово. Режим доступа: <http://belovokyzgty.ru/>.

3. Электронная информационно-образовательная среда филиала КузГТУ в г. Белово. Режим доступа: <http://eos.belovokyzgty.ru/>

4. Имитационное моделирование систем – НТУУ «КПИ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.simulation.org.ua>, свободный.

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

6. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Математическое и имитационное моделирование"**

Самостоятельная работа обучающегося является частью его учебной деятельности, объемы самостоятельной работы по каждой дисциплине практике, государственной итоговой аттестации, устанавливаются в учебном плане.

Самостоятельная работа по дисциплине организуется следующим образом:

1. До начала освоения дисциплины обучающемуся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины в следующем порядке:

1.1 содержание знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, которые будут сформированы в процессе освоения дисциплины (модуля);

1.2 содержание конспектов лекций, размещенных в электронной информационной среде филиала КузГТУ в порядке освоения дисциплины, указанном в рабочей программе дисциплины;

1.3 содержание основной и дополнительной литературы.

2. В период освоения дисциплины обучающийся осуществляет самостоятельную работу в следующем порядке:

2.1 выполнение лабораторных работ в порядке, установленном в рабочей программе дисциплины;

2.2 подготовка к опросам и (или) тестированию в соответствии с порядком, установленным в рабочей программе дисциплины;

2.3 подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с порядком, установленным в рабочей программе дисциплины.

В случае затруднений, возникших при выполнении самостоятельной работы, обучающемуся необходимо обратиться за консультацией к педагогическому работнику. Периоды проведения консультаций устанавливаются в расписании консультаций.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Математическое и имитационное моделирование", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Mozilla Firefox
2. Google Chrome
3. Opera
4. Yandex
5. Open Office
6. Microsoft Windows
7. ESET NOD32 Smart Security Business Edition

## **10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Математическое и имитационное моделирование"**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине предусмотрены специальные помещения:

**Помещение № 306** представляет собой учебную аудиторию для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенную оборудованием и техническими средствами обучения

### **Перечень основного оборудования:**

Проекционный экран  
Переносной ноутбук  
Проектор Acer X1230S, максимальное разрешение 1024x768  
Доска  
Переносная кафедра  
Учебная мебель

### **Учебно-наглядные пособия:**

Тематические иллюстрации.

### **Программное обеспечение:**

Операционная система Microsoft Windows 10  
Пакеты программных продуктов Office 2010.  
Средство антивирусной защиты ESET Endpoint Antivirus

**Помещение № 219 для самостоятельной работы обучающихся** оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду Организации.

### **Перечень основного оборудования:**

Автоматизированные рабочие места – 10  
Компьютер-моноблок Lenovo Idea Centre C225 -10 шт.  
Диагональ 18.5" Разрешение 1366 x 768

Типовая конфигурация AMDE-Series / 1.7 ГГц / 2 Гб / 500 Гб

Гигабитный Ethernet

Максимальный объем оперативной памяти 8Гб

Интерфейсы RJ-45 и HDMI.

Учебная мебель

**Учебно-наглядные пособия:**

Информационные стенды 2 шт.

Тематические иллюстрации.

**Программное обеспечение:**

Операционная система Microsoft Windows 10

Пакеты программных продуктов Office 2010.

Средство антивирусной защиты ESET Endpoint Antivirus

Доступ к электронным библиотечным системам «Лань», «Юрайт», «Технорматив», электронной библиотеке КузГТУ, справочно - правовой системе «КонсультантПлюс», электронной информационно-образовательной среде филиала КузГТУ в г. Белово, информационно-коммуникационной сети «Интернет».

АБИС: 1-С библиотека.

**Помещение № 318 для самостоятельной работы обучающихся** оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду Организации.

**Перечень основного оборудования:**

Общая локальная компьютерная сеть Интернет.

Автоматизированные рабочие места – 20

Ноутбуки-20

Автоматизированное рабочее место преподавателя

Процессор Intel Core i3-2120 Sandy Bridge 3300 МГц s1155, оперативная память 8 Гб (2x4 Гб) DDR3 1600МГц, жёсткий диск 500 Гб 7200 rpm

Видео-карта AMD Radeon RX 560 2 Гб

Принтер лазерный HP LaserJet Pro M104a

Интерактивная система SmartBoardSB680

Переносная кафедра

Флипчарт

Учебная мебель

**Учебно-наглядные пособия:**

Перекидные системы – 2шт.

Тематические иллюстрации

**Программное обеспечение:**

Операционная система Microsoft Windows 10

Пакеты программных продуктов Office 2010.

Средство антивирусной защиты ESET Endpoint Antivirus

Программный комплекс Smart для интерактивных комплектов.

Доступ к электронным библиотечным системам «Лань», «Юрайт», «Академия», «Znanium.com» электронной библиотеке КузГТУ, электронной информационно-образовательной среде филиала КузГТУ в г. Белово, информационно-коммуникационной сети «Интернет».

**10 Иные сведения и (или) материалы**

При осуществлении образовательного процесса применяются следующие образовательные технологии:

- традиционная с использованием современных технических средств;
- интерактивная.

