

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет
Кафедра Прикладной информатики и математики

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей
Геннадьевич

«___» _____ 20____
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.07 Математическое и имитационное моделирование
на 180 часа(ов), 5 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 09.03.03 - Прикладная информатика

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
«___» _____ 20____ г. №_____

Профиль – Прикладная информатика в экономике (для набора 2023)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

освоение методологии имитационного моделирования и овладение практикой его применения для решения сложных задач, включающих экологические, социальные, экономические и другие объекты исследования; теоретическая и практическая подготовка студентов по основам анализа и синтеза производственных и экономических процессов, структур систем и их отдельных подсистем, систем управления, систем поддержки принятия решений

Задачи изучения дисциплины:

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

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Б1.В.07. Дисциплина является обязательной для студентов очной формы обучения, изучение дисциплины начинается на третьем и завершается на четвертом году обучения. Она базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин: - Математический анализ. - Эконометрика. - Исследование операций и методы оптимизации. - Экономическая теория. - Математическая экономика. Теоретические знания и практические навыки, полученные студентами при ее изучении, должны быть использованы в процессе изучения последующих дисциплин по учебному плану, при подготовке курсовых работ и выпускной квалификационной работы, выполнении студенческих научно-исследовательских работ. Рассматриваемая дисциплина для бакалавров прикладной информатики является базовой для подготовки к решению профессиональных задач связанных с научно-исследовательской деятельностью и программированием математического обеспечения информационных систем. Знания, умения и навыки полученные в результате изучения дисциплины, в дальнейшем потребуются для успешного выполнения заданий производственной (научно-исследовательской) практики.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

Виды занятий	Семестр 6	Семестр 7	Всего часов
Общая трудоемкость			180
Аудиторные занятия, в т.ч.	48	34	82

Лекционные (ЛК)	16	17	33
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0	0
Лабораторные (ЛР)	32	17	49
Самостоятельная работа студентов (СРС)	24	38	62
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-1	ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	<p>Знать: особенности моделирования дискретных и непрерывных СВ с произвольным законом</p> <p>Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического и моделирования.</p> <p>Владеть: - навыками теоретического и экспериментального исследования объектов</p>

		<p>профессиональной деятельности при помощи методов математического и имитационного моделирования</p>
ОПК-1	<p>ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, анализа и</p>	<p>Знать: особенности моделирования дискретных и непрерывных СВ с произвольным законом</p> <p>Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического и моделирования.</p> <p>Владеть: - навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности при помощи методов математического и имитационного моделирования</p>
ОПК-1	<p>ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: особенности моделирования дискретных и непрерывных СВ с произвольным законом</p> <p>Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением методов математического и моделирования.</p> <p>Владеть: - навыками теоретического и</p>

		экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности при помощи методов математического и имитационного моделирования
ОПК-2	ОПК-2.1. Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности	<p>Знать: особенности моделирования экономических процессов в MS Excel и в AnyLogic; - базовые принципы функционирования AnyLogic</p> <p>Уметь: особенности моделирования экономических процессов в MS Excel и в AnyLogic; - базовые принципы функционирования AnyLogic</p> <p>Владеть: навыками решения задач имитационного и математического моделирования используя современные информационные технологии и программные средства</p>
ОПК-2	ОПК-2.2. Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.	<p>Знать: особенности моделирования экономических процессов в MS Excel и в AnyLogic; - базовые принципы функционирования AnyLogic</p> <p>Уметь: - выбирать соответствующие поставленной задаче информационные</p>

		<p>технологии и программные средства имитационного и математического моделирования</p> <p>Владеть: навыками решения задач имитационного и математического моделирования используя современные информационные технологии и программные средства</p>
ОПК-2	<p>ОПК-2.3. Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: особенности моделирования экономических процессов в MS Excel и в AnyLogic; - базовые принципы функционирования AnyLogic</p> <p>Уметь: особенности моделирования экономических процессов в MS Excel и в AnyLogic; - базовые принципы функционирования AnyLogic</p> <p>Владеть: навыками решения задач имитационного и математического моделирования используя современные информационные технологии и программные средства</p>
ОПК-6	<p>ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций,</p>	<p>Знать: основные подходы к построению моделей функционирования систем; - основные положения</p>

	<p>нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.</p>	<p>имитационного моделирования</p> <p>Уметь: применять методы математического, и имитационного моделирования для автоматизации задач планирования и прогнозирования, принятия решений, анализа информационных потоков.</p> <p>Владеть: навыками решения профессиональных задач в рамках реализации этапов построения имитационной модели.</p>
<p>ОПК-6</p>	<p>ОПК-6.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.</p>	<p>Знать: основные подходы к построению моделей функционирования систем; - основные положения имитационного моделирования</p> <p>Уметь: применять методы математического, и имитационного моделирования для автоматизации задач планирования и прогнозирования, принятия решений, анализа информационных потоков.</p> <p>Владеть: навыками</p>

		<p>решения профессиональных задач в рамках реализации этапов построения имитационной модели.</p>
ОПК-6	<p>ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>	<p>Знать: основные подходы к построению моделей функционирования систем; - основные положения имитационного моделирования</p> <p>Уметь: применять методы математического, и имитационного моделирования для автоматизации задач планирования и прогнозирования, принятия решений, анализа информационных потоков.</p> <p>Владеть: навыками решения профессиональных задач в рамках реализации этапов построения имитационной модели.</p>
ПК-5	<p>ПК 5.1. Знает методы формального описания бизнес-процессов, методы моделирования прикладных (бизнес) процессов и предметной области.</p>	<p>Знать: основы формального описания бизнес-процессов для последующего моделирования в среде имитационного моделирования; - математические основы моделирования прикладных процессов и предметной области</p>

		<p>Уметь: составлять первичное описание прикладных процессов для исследования решения поставленной задачи в указанной предметной области; - разрабатывать имитационные модели прикладных (бизнес) процессов и предметной области</p> <p>Владеть: навыками построения простых математических и имитационных моделей прикладных процессов для решения поставленной задачи в указанной предметной области.</p>
ПК-5	ПК. 5.2. Умеет составлять описание прикладных процессов, разрабатывать модели прикладных (бизнес) процессов и предметной области.	<p>Знать: основы формального описания бизнес- процессов для последующего моделирования в среде имитационного моделирования; - математические основы моделирования прикладных процессов и предметной области</p> <p>Уметь: составлять первичное описание прикладных процессов для исследования решения поставленной задачи в указанной предметной области; - разрабатывать имитационные модели прикладных (бизнес) процессов и предметной области</p> <p>Владеть: навыками</p>

		<p>построения простых математических и имитационных моделей прикладных процессов для решения поставленной задачи в указанной предметной области.</p>
ПК-5	<p>ПК 5.3. Владеет навыками построения моделей прикладных (бизнес) процессов и предметной области.</p>	<p>Знать: основы формального описания бизнес- процессов для последующего моделирования в среде имитационного моделирования; - математические основы моделирования прикладных процессов и предметной области</p> <p>Уметь: составлять первичное описание прикладных процессов для исследования решения поставленной задачи в указанной предметной области; - разрабатывать имитационные модели прикладных (бизнес) процессов и предметной области</p> <p>Владеть: навыками построения простых математических и имитационных моделей прикладных процессов для решения поставленной задачи в указанной предметной области.</p>

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Математическое моделирование	Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Основы моделирования систем.	34	8	0	14	12
	1.2	Имитационное моделирование	Методология имитационного моделирования. Планирование имитационных экспериментов. Популярные парадигмы имитационного моделирования и их применение в управлении. Создание имитационных моделей. Основы практического подхода. ИТ-решения и аналитические приложения на основе имитационных моделей.	110	25	0	35	50
Итого				144	33	0	49	62

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Моделирование случайных величин с заданным законом распределения	Основы моделирования систем.	4

	1.1	Основы моделирования систем.	Объект и система (связь объекта и системы). Классификация видов моделирования (классификация в зависимости от характера процессов в объекте и от формы его представления, место имитационного моделирования в этой классификации). Основные подходы построения моделей функционирования систем (типовые математические схемы, их связь с моделированием детерминированных и стохастических систем). Системы массового обслуживания. Основные разновидности СМО и их показатели. Компоненты СМО (входной поток, очередь, дисциплина обслуживания, система обслуживания, выходной поток).	4
	1.2	1. Методология имитационного моделирования.	Определение имитационного моделирования (основные положения ИМ, связь ИМ с методами Монте-Карло и статистических испытаний). Этапы построения имитационной модели: формулирование целей и задач исследования. Построение концептуальной модели. Верификация имитационной модели. Разработка моделирующей программы. Создание алгоритмической модели.	4
	1.2	2. Планирование имитационных экспериментов	Метод наименьших квадратов (постановка задачи, система нормальных уравнений, решение). Однофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, дисперсионное соотношение, таблица дисперсионного анализа). Многофакторный дисперсионный анализ (постановка задачи, модель, таблица дисперсионного анализа, схема многофакторного ДА). Введение в регрессионный анализ (постановка задачи, линейная регрессия, матричный подход). Планы первого порядка для регрессионных экспериментов (постановка задачи, матричный	4

			<p>подход, решение, статистический анализ уравнения). Полный факторный план 2к (постановка задачи, построение планов, алгоритм Йетса, таблица дисперсионного анализа) . Дробный факторный план 2к-р (постановка задачи, построение планов, определение смешанных эффектов, таблица дисперсионного анализа). Статистический анализ уравнения регрессии (оценка дисперсии, проверка значимости коэффициентов УР, проверка значимости УР, проверка адекватности УР, точность оценки выходной величины).</p>	
1.2	3. Популярные парадигмы имитационного моделирования и их применение в управлении	<p>Процессное дискретно-событийное моделирование. Наиболее существенные приложения дискретного имитационного моделирования для бизнеса: операционный и производственный менеджмент, логистика и цепи поставок, моделирование и реинжиниринг бизнес-процессов, цифровое производство и др. Модели и методы системной динамики. Индустриальная динамика: наиболее существенные приложения системной динамики для предприятий (банков, корпораций): управление финансовыми потоками, управление проектами, логистика, маркетинг, реинжиниринг и управление персоналом и др.</p>	4	
1.2	4. Создание имитационных моделей. Основы практического подхода.	<p>Технологические возможности современных коммерческих симуляторов. Обзор мирового рынка ИТ-решений в сфере имитационного моделирования Многоподходное имитационное моделирование в среде коммерческого симулятора AnyLogic.</p>	6	
1.2	5. ИТ-решения и аналитические приложения на основе имитационных моделей.	<p>Высокие технологии и решения имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений.</p>	7	

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Объект и система (связь объекта и системы). Классификация видов моделирования (классификация в зависимости от характера процессов в объекте и от формы его представления, место имитационного моделирования в этой классификации). Основные подходы построения моделей функционирования систем (типовые математические схемы, их связь с моделированием детерминированных и стохастических систем).	Моделирование псевдослучайной величины $R(0,1)$. Моделирование дискретных и непрерывных СВ с произвольным законом. Решение задач.	8

		<p>Системы массового обслуживания . Основные разновидности СМО и их показатели. Компоненты СМО (входной поток, очередь, дисциплина обслуживания , система обслуживания , выходной поток).</p>		
	1.1	<p>Основы моделирования систем.</p>	<p>Построение моделей различных процессов в экономике. Моделированием детерминированных и стохастических систем. Системы массового обслуживания. Моделирование компонентов СМО (входной поток, очередь, дисциплина обслуживания, система обслуживания, выходной поток)</p>	6
	1.2	<p>1. Методология имитационного моделирования.</p>	<p>Реализация методов ИМ в ЭТ Excel. Метод Монте-Карло. Построение концептуальной модели. Построение имитационной модели. Верификация имитационной модели. Разработка моделирующей программы. Создание алгоритмической модели</p>	10
	1.2	<p>2. Планирование имитационных экспериментов</p>	<p>Метод наименьших квадратов. Однофакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Регрессионные эксперименты. Статистический анализ уравнения регрессии (оценка дисперсии, проверка значимости коэффициентов УР, проверка значимости УР, проверка адекватности УР, точность оценки выходной величины).</p>	8

			Решение задач.	
	1.2	3. Популярные парадигмы имитационного моделирования и их применение в управлении	Создание различных видов моделей в AnyLogic.	4
	1.2	4. Создание имитационных моделей. Основы практического подхода.	Технологические возможности современных коммерческих симуляторов. Обзор мирового рынка ИТ-решений в сфере имитационного моделирования Многоподходное имитационное моделирование в среде коммерческого симулятора AnyLogic.	6
	1.2	5. ИТ-решения и аналитические приложения на основе имитационных моделей.	Анализ готовых моделей в AnyLogic.	7

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Моделирование случайных величин с усечённым нормальным распределением. Теория управления запасами	Сбор и систематизация источников. Анализ литературы. Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение проектных заданий.	12
	1.2	Классификация моделей. Модели экономических объектов. Вероятности состояний. Проведение машинных экспериментов. Обзор	Выполнение проектных заданий. Работа с электронными образовательными ресурсами. Сбор и систематизация	50

	ИТ-решений на основе имитационных моделей	источников. Анализ литературы..	
--	---	---------------------------------	--

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. 1. Казаков Олег Леонидович. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие / Казаков Олег Леонидович, Смирнов Глеб Борисович. - Москва : МГИУ, 2006.

2. 2. Лычкина, Наталья Николаевна. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособие. - Москва : ИНФРА-М, 2012. - 254 с. - (Высшее образование).

3. 3. Ильин Владислав Владимирович. Введение в математическое моделирование : учеб. пособие / под ред. П.В. Трусова. - Москва : Логос, 2007. - 440с.

4.

5.1.2. Издания из ЭБС

1. 1. Боев, Василий Дмитриевич. Имитационное моделирование систем : Учебное пособие / Боев В.Д. - Электрон. дан. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 253. - (Бакалавр. Прикладной курс). - 1-е издание.

2. 2. Вьюненко, Людмила Федоровна. Имитационное моделирование : Учебник и практикум / Вьюненко Л.Ф., Михайлов М.В., Первозванская Т.Н. - Электрон. дан. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 283. - (Бакалавр. Академический курс). - 1-е издание.

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. 1. Павловский, Юрий Николаевич. Имитационное моделирование : учеб. пособие. - Москва : Академия, 2008. - 236с. - (Прикладная математика и информатика).

5.2.2. Издания из ЭБС

1. 1. Шапкин Александр Сергеевич. Математические методы и модели исследования операций : учебник / Шапкин Александр Сергеевич, Мазаева Наталья Петровна. - 5-е изд. - М. : Дашков и К, 2009. - 400с.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Всемирная электронная энциклопедия Википедия (Россия)	http://ru.wikipedia.org/wiki/
электронная библиотека (единое окно доступа к образовательным ресурсам)	http://window.edu.ru/

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

- 1) Any Logic PLE
- 2) SPSS Statistics Base

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для успешного формирования компетенций по дисциплине необходимо:

- 1) посещение лекционных занятий (лекционные занятия проводятся с использованием презентаций и соответствующего мультимедийного оборудования. В ходе лекционных занятий студентам необходимо вести конспектирование учебного материала);
- 2) посещение лабораторных занятий (занятия проходят в компьютерном классе. Их цель: углубление и закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях и в процессе

самостоятельного изучения учебного материала, формирование определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. На занятии - выполнить выданные преподавателем задания с учетом рекомендаций преподавателя, отчитаться о выполненной работе: представить письменный и/или устный отчеты, решения задач, в установленные преподавателем сроки).

3) выполнение заданий для самостоятельной работы (конспекты и ответы на контрольные дополнительные вопросы к лекциям, решение задач в соответствии с индивидуальным вариантом);

При решении задач и выполнении самостоятельных работ необходимо использовать рекомендованные источники информации. В течение семестра студентам предлагаются задания для аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. Выполнение контрольной работы и др.

Преподавателем определяются сроки отчета о результатах самостоятельной работы, форма представления результатов: в виде файла определенного типа, текстовый отчет по шаблону, скриншоты, алгоритм, схема, таблица, презентация, сообщение и др.

При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, образовательными ресурсами Интернета, доступными электронными библиотеками: <http://library.zabgu.ru/> .

При необходимости студент может получить консультацию преподавателя дистанционно и/или в соответствии с графиком консультаций преподавателя.

С целью осуществления текущего контроля знаний проводятся собеседования, тесты, проверочные работы.

Завершающим этапом изучения дисциплины является сдача экзамена.

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает: - самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации; - выполнение заданий для самостоятельной работы;

-изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература); - самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;

- подготовка к лабораторным занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.)

Разработчик/группа разработчиков:
Сергей Михайлович Лавлинский

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20___ г.