



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИМИТ ИГУ
М. В. Фалалеев
М. В. Фалалеев
«17» мая 2023 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.12 Моделирование систем и процессов

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Математическое моделирование
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Иркутск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:

Обобщить знания в области математического моделирования по всем дисциплинам учебного плана, изучить общие принципы математического моделирования систем и процессов.

Задачи:

1. Изучение основных положений математического и компьютерного моделирования систем и процессов.
2. Изучение принципов синтеза математических моделей и построения компьютерных моделей систем и процессов.
3. Получить навыки создания компьютерных моделей сложных систем и процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.12 Моделирование систем и процессов относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Б1.О.12 Математический анализ;
- Б1.О.15 Дифференциальные уравнения;
- Б1.О.16 Комплексный анализ;
- Б1.О.17 Численные методы;
- Б1.О.18 Методы оптимизации;
- Б1.О.20 Методы оптимального управления;
- Б1.О.21 Математическая логика;
- Б1.О.22 Функциональный анализ;
- Б1.О.24 Теория вероятностей и математическая статистика;
- Б1.О.26 Информатика и программирование;
- Б1.О.27 Пакеты компьютерной математики;
- Б1.В.01 Теоретическая механика;
- Б1.В.02 Линейное программирование;
- Б1.В.03 Исследование операций и системный анализ;
- Б1.В.04 Системы автоматического управления;
- Б1.В.05 Компьютерное моделирование в технике;
- Б1.В.06 Имитационное моделирование;
- Б1.В.07 Случайные процессы;
- Б1.В.08 Обработка экспериментальных данных;
- Б1.В.10 Компьютерные системы проектирования (пакеты прикладных программ);
- Б1.В.ДВ.02.01 Технологии программирования (Б1.В.ДВ.02.02 Языки и системы программирования).

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

ПК-4 Способен разрабатывать математические модели технических систем, математические модели элементов автоматизированных систем управления; применять

методы проектирования технических систем и автоматизированных систем управления с использованием компьютерных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен
знать:

основные понятия, принципы и положения математического моделирования и компьютерного моделирования;

основные средства математического и компьютерного моделирования сложных систем и процессов;

уметь:

разрабатывать математические модели систем и процессов;

применять методы, средства и инструменты математического моделирования при решении практических задач и создании моделей систем и процессов;

владеть:

навыками создания компьютерных моделей систем и процессов.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных ед., 108 час.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися					
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия			
Тема 1. Моделирование как средство научных и прикладных исследований	8	4			4		
Тема 2. Особенности моделирования физических и технических систем и процессов	8	8		16	12	Защита отчета по компьютерному практикуму	
Тема 3. Особенности моделирования экономических и организационных процессов	8	12		16	12	Защита отчета по компьютерному практикуму	
Тема 4. Проблемы интерпретации результатов моделирования	8	4			4		
Тема 5. Перспективные методы и средства моделирования	8	4			4		
Итого (8 семестр):		32		32	36	зач.	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
Тема 1	Изучение теоретического материала		4		[1...3]
Тема 2	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям и отчета по компьютерному практикуму.		12		[1...3]

Тема 3	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям и отчета по компьютерному практикуму.		12		[1...3]
Тема 4	Изучение теоретического материала		4		[1...3]
Тема 5	Изучение теоретического материала		4		[1...3]
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			36		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

4.3. Содержание учебного материала

Тема1.

Понятие моделирования. Классификация моделей. Математические модели и их виды. Адекватность математических моделей. Прямые и обратные задачи моделирования. Принципы научных исследований с использованием математического моделирования. Математическое и компьютерное моделирование. Проблемы построения математических моделей.

Тема2.

Задачи моделирования. Идентификация. Оптимизация. Основные математические средства моделирования. Основные программные средства моделирования. Динамическое моделирование. Имитационное моделирование. Создание интерактивных компьютерных моделей систем и процессов.

Тема3.

Особенности применения моделирования в задачах экономики и управления организационными структурами. Классификация методов и моделей менеджмента. Линейное программирование. Оптимизация на графах. Комбинаторные задачи. Нелинейное программирование. Динамическое программирование. Стохастическое программирование. Теория игр. Теория очередей. Типовые модели менеджмента: макроэкономические модели, модели региональной экономики, модели маркетинга, модели финансового и производственного менеджмента. Прикладные модели менеджмента. Модели машиностроительного производства.

Тема 4.

Проблемы обеспечения адекватности моделирования. Обработка и представление результатов моделирования. Интерпретация результатов моделирования.

Тема 5.

Перспективные средства математического моделирования. Перспективные средства компьютерного моделирования.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Тема 2 Компьютерный практикум. Тема: Синтез модели физических (технических) систем и процессов.	16		ПК-4
Тема 3 Компьютерный практикум. Тема: Синтез модели экономических (организационных) систем и процессов.	16		ПК-4

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Тема 1	Понятие моделирования. Классификация моделей. Математические модели и их виды. Адекватность математических моделей. Прямые и обратные задачи моделирования. Принципы научных исследований с использованием математического моделирования. Математическое и компьютерное моделирование. Проблемы построения математических моделей.	ПК-4
Тема 2	Задачи моделирования. Идентификация. Оптимизация. Основные математические средства моделирования. Основные программные средства моделирования. Динамическое моделирование. Имитационное моделирование. Создание интерактивных компьютерных моделей систем и процессов.	ПК-4
Тема 3	Особенности применения моделирования в задачах экономики и управления организационными структурами. Классификация методов и моделей менеджмента. Линейное программирование. Оптимизация на графах. Комбинаторные задачи. Нелинейное программирование. Динамическое программирование. Стохастическое программирование. Теория игр. Теория очередей. Типовые модели менеджмента: макроэкономические модели, модели региональной экономики, модели маркетинга, модели финансового и производственного менеджмента. Прикладные модели менеджмента. Модели машиностроительного производства.	ПК-4
Тема 4	Проблемы обеспечения адекватности моделирования. Обработка и представление результатов моделирования. Интерпретация результатов моделирования.	ПК-4
Тема 5	Перспективные средства математического моделирования. Перспективные средства компьютерного моделирования.	ПК-4

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к практическому занятию. Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к семинарскому занятию. Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489154> (дата обращения: 30.05.2022).

2. Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15279-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488153> (дата обращения: 30.05.2022).

3. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488304> (дата обращения: 30.05.2022).

б) дополнительная литература:

1. Аверина, Т. А. Численные методы. Алгоритмы моделирования систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов / Т. А. Аверина. — Москва : Издательство Юрайт,

2022. — 156 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07204-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494174> (дата обращения: 30.05.2022).

2. *Бордовский, Г. А.* Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491147> (дата обращения: 30.05.2022).

3. *Рейзлин, В. И.* Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490343> (дата обращения: 30.05.2022).

4. Основы математической обработки информации : учебник и практикум для вузов / Н. Л. Стефанова, Н. В. Кочуренко, В. И. Снегурова, О. В. Харитонова ; под общей редакцией Н. Л. Стефановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 218 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01267-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489763> (дата обращения: 30.05.2022).

5. *Косников, С. Н.* Математические методы в экономике : учебное пособие для вузов / С. Н. Косников. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 170 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04098-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492109> (дата обращения: 30.05.2022).

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Единое окно к образовательным ресурсам - URL: <https://window.edu.ru> (дата обращения: 04.05.2022).

2. Открытое образование - URL: <https://openedu.ru/> (дата обращения: 11.05.2022).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

6.2. Программное обеспечение

1. Scilab, Xcos – свободно распространяемое программное обеспечение - URL: <https://www.scilab.org/> (дата обращения: 11.05.2022).
2. Matlab, Simulink.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции

Примеры оценочных средств текущего контроля

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

Понятие моделирования.
 Классификация моделей.
 Математические модели и их виды.
 Адекватность математических моделей.
 Прямые и обратные задачи моделирования.
 Принципы научных исследований с использованием математического моделирования.
 Математическое и компьютерное моделирование.
 Проблемы построения математических моделей.
 Задачи моделирования.
 Идентификация.
 Оптимизация.
 Основные математические средства моделирования.
 Основные программные средства моделирования.
 Динамическое моделирование. Имитационное моделирование. Создание интерактивных компьютерных моделей систем и процессов.
 Особенности применения моделирования в задачах экономики и управления организационными структурами.
 Классификация методов и моделей менеджмента.
 Линейное программирование.
 Оптимизация на графах.
 Комбинаторные задачи.
 Нелинейное программирование.
 Динамическое программирование.
 Стохастическое программирование.
 Теория игр.
 Теория очередей.
 Типовые модели менеджмента: макроэкономические модели, модели региональной экономики, модели маркетинга, модели финансового и производственного менеджмента.
 Прикладные модели менеджмента.
 Модели машиностроительного производства.
 Проблемы обеспечения адекватности моделирования.
 Обработка и представление результатов моделирования.
 Интерпретация результатов моделирования.
 Перспективные средства математического моделирования.
 Перспективные средства компьютерного моделирования.

Разработчик: Кривель Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры