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 вычислительной математики и оптимизации

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИМИТ ИГУ
_____ М. В. Фалалеев
«25» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.01 Основы математического моделирования

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

Иркутск 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:
Изучить методы и средства математического моделирования систем и процессов.

Задачи:
1. Изучить основные понятия, виды и принципы математического моделирования.
2. Изучить методы и средства математического моделирования.
3. Получить навыки создания компьютерных моделей систем и процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.01 Основы математического моделирования 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.17 Численные методы;
Б1.О.18 Методы оптимизации;
Б1.О.26 Информатика и программирование;
Б1.О.27 Пакеты компьютерной математики.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:
Б1.В.11 Системы компьютерного проектирования.

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-1 Способен разрабатывать, отлаживать, проверять работоспособность, модифицировать программное обеспечение; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов;
ПК-4 Способен осуществлять организационное и технологическое обеспечение кодирования на языках программирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен
знать:
основные понятия, принципы и положения математического моделирования;
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 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

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				Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самост. работа	
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Тема 1. Методология математического моделирования	5	4			5	Контрольная работа 1
Тема 2. Основы теории погрешности расчетов	5	4	2		6	Контрольная работа 2
Тема 3. Вычислительные методы и приемы моделирования	5	8	8		8	Защита отчетов по лаборатор-ным работам
Тема 4. Динамические модели систем		8	12		8	Защита отчетов по лаборатор-ным работам
Тема 5. Имитационное моделирование		8	10		8	Защита отчетов по лаборатор-ным работам Контрольная работа 3
Итого (4 семестр):		32	32		35	экз.

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 Подготовка к контрольной работе		5		[1...6]
Тема 2	Изучение теоретического материала Подготовка к контрольной работе		6		[1...6]

Тема 3	Изучение теоретического материала Подготовка к лабораторным работам и отчетов по лабораторным работам.		8		[1...6]
Тема 4	Изучение теоретического материала Подготовка к лабораторным работам и отчетов по лабораторным работам.		8		[1...6]
Тема 5	Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к лабораторным работам и отчетов по лабораторным работам.		8		[1...6]
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			35		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1.
Понятие моделирование. 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. Подобие и анализ размерностей. Аналитические математические модели.

Тема 2.
Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Погрешность арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Особенности машинной арифметики.

Тема 3.
Корректность вычислительной задачи. Обусловленность вычислительной задачи. Вычислительные методы. Корректность вычислительных алгоритмов.
Особенности применения методов вычислительной математики при создании математических и компьютерных моделей.
Основы логического моделирования систем и процессов.

Тема 4.

Общие подходы к созданию математических моделей систем и процессов. Классический подход к построению моделей. Математические схемы. Динамические модели функционирования систем и протекания процессов. Методы и средства создания компьютерных моделей на основе динамического моделирования.

Тема 5.
Имитационное моделирование. Основной математический аппарат имитационного моделирования. Специализированное программное обеспечение имитационного моделирования.
Создание имитационной модели. Адекватность и детальность имитационной модели. Метод статистических испытаний как основа имитационного моделирования. Имитационное моделирование случайных факторов.
Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Графы состояний в имитационных моделях.
Модельное время. Способы управления модельным временем.
Обобщенная структура имитационной модели.
Особенности вычислительного эксперимента на основе имитационной модели. Обработка и анализ результатов моделирования. Планирование экспериментов. Стратегическое планирование. Тактическое планирование. Методы понижения дисперсии.
Приемы упрощения математических моделей. Приемы контроля математических моделей. Верификация и валидация математических и компьютерных моделей.
Имитационное моделирование как прикладная дисциплина. Методы моделирования динамических систем. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания. Методы системной динамики. Методы агентного моделирования. Методы стохастического моделирования. Методы эволюционного моделирования. Распределенное имитационное моделирование. Инструментальные средства имитационного моделирования.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Тема 2. Лабораторная работа 1. Тема занятия: Оценка погрешности расчетов	2		ПК-1 ПК-4
Тема 3 Лабораторная работа 2, 3, 4, 5 Тема занятия: Применение методов вычислительной математики при создании компьютерных моделей систем и процессов	8		ПК-1 ПК-4
Тема 4 Лабораторная работа 6, 7, 8, 9, 10, 11 Тема занятия: Математические и компьютерные динамические модели систем и процессов	12		ПК-1 ПК-4
Тема 5. Лабораторная работа 12, 13, 14, 15, 16 Тема занятия: Методы и средства имитационного моделирования	10		ПК-1 ПК-4

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

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Тема 1	Понятие моделирование. 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. Подобие и анализ размерностей. Аналитические математические модели.	ПК-1 ПК-4
Тема 2	Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Погрешность арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Особенности машинной арифметики.	ПК-1 ПК-4
Тема 3	Корректность вычислительной задачи. Обусловленность вычислительной задачи. Вычислительные методы. Корректность вычислительных алгоритмов. Особенности применения методов вычислительной математики при создании математических и компьютерных моделей. Основы логического моделирования систем и процессов.	ПК-1 ПК-4
Тема 4	Общие подходы к созданию математических моделей систем и процессов. Классический подход к построению моделей. Математические схемы. Динамические модели функционирования систем и протекания процессов. Методы и средства создания компьютерных моделей на основе динамического моделирования.	ПК-1 ПК-4

Тема 5	Имитационное моделирование. Основной математический аппарат имитационного моделирования. Специализированное программное обеспечение имитационного моделирования. Создание имитационной модели. Адекватность и детальность имитационной модели. Метод статистических испытаний как основа имитационного моделирования. Имитационное моделирование случайных факторов. Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Графы состояний в имитационных моделях. Модельное время. Способы управления модельным временем. Обобщенная структура имитационной модели. Особенности вычислительного эксперимента на основе имитационной модели. Обработка и анализ результатов моделирования. Планирование экспериментов. Стратегическое планирование. Тактическое планирование. Методы понижения дисперсии. Приемы упрощения математических моделей. Приемы контроля математических моделей. Верификация и валидация математических и компьютерных моделей. Имитационное моделирование как прикладная дисциплина. Методы моделирования динамических систем. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания. Методы системной динамики. Методы агентного моделирования. Методы стохастического моделирования. Методы эволюционного моделирования. Распределенное имитационное моделирование. Инструментальные средства имитационного моделирования.	ПК-1 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 лабораторной работе. 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 коллоквиуму. Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при

изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 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.

Подготовка к экзамену. Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

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:

4. *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).

5. *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).

6. *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).

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:// 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:// https:// 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
Контрольная работа 1	1	ПК-1 ПК-4
Контрольная работа 2	2	ПК-1 ПК-4
Контрольная работа 3	5	ПК-1 ПК-4

Примеры оценочных средств текущего контроля

Типовые вопросы контрольных работ 1, 2, 3 (вопросы теста):

Банк вопросов по теме «Математические схемы моделирования»

1. Опишите с примерами основные признаки непрерывно-детерминированных моделей. Какой математический аппарат является основным для формирования таких моделей?
2. Опишите с примерами основные признаки дискретно-детерминированных моделей. Какой математический аппарат является основным для формирования таких моделей?
3. Охарактеризуйте основное содержание работы конечного автомата. Приведите примеры.
4. Как вы понимаете понятия «конечный автомат с памятью» и «конечный автомат без памяти»? Приведите примеры.
5. Как Вы понимаете основную идею дискретно-стохастических моделей?
6. Как Вы понимаете основную идею непрерывно-стохастических моделей?

Банк вопросов по теме «Моделирование и обработка результатов»

1. Как Вы понимаете, что такое «статистическая обработка результатов численного моделирования или вычислительного эксперимента»? В чем отличия от статистического анализа какого-то явления или процесса в классическом понимании термина «статистика»?
2. Что характеризуют понятия «несмещенность оценки», «состоятельность оценки», «дисперсия случайной величины»?
3. При статистической обработке результатов эксперимента используются понятия критериев согласия. А для чего они используются?
4. В чем основная задача и идея корреляционного анализа?
5. В чем основная задача и идея регрессионного анализа?
6. В чем основная задача и идея дисперсионного анализа?
7. Предлагается понятие блочной конструкции модели. А что такое, по Вашему мнению, блок? Что такое - состояние блока?
8. В чем суть и различия принципов построения моделирующих алгоритмов «принцип Δf» и «принцип Δz»?
9. В чем суть и различия принципов построения моделирующих алгоритмов со случайным шагом синхронным и асинхронным способами?
10. Что такое - примитивные и непримитивные события в N-схемах?

11. Что Вы понимаете под А-схемами?

12. Что Вы понимаете под адаптивными системами управления?

13. Что Вы понимаете под адаптацией в системах управления?

14. Что Вы понимаете под адаптивной системой управления с эталонной моделью?

15. Что Вы понимаете под адаптивной системой управления с идентификацией объекта управления?

16. В чем основная идея и проблема моделирования в реальном масштабе времени?

Банк вопросов по теме «Основные понятия математическом моделирования»

1. Как вы понимаете различия в структурном и функциональном подходах к матмоделированию?

2. В чем принципиальные различия между количественными и качественными характеристиками системы?

3. Эссе - Как бы Вы охарактеризовали главные признаки классического подхода к матмоделированию?

4. Как бы Вы охарактеризовали главные признаки системного подхода к матмоделированию?

5. С помощью примеров опишите понятия «полное», «неполное», «приближенное» моделирование?

6. Что Вы понимаете под «имитационным» моделированием в понятиях классификации матмоделирования?

7. Охарактеризуйте понятие «аналоговое (непрерывное)» матописание. Приведите примеры.

8. Перечислите подмножества величин, описывающих процесс функционирования системы. Приведите примеры.

9. В чем разница между законом функционирования системы и алгоритмом функционирования системы?

10. Что Вы понимаете под «динамическими моделями»?

Банк вопросов по теме «Планирование экспериментов»

1. Что Вы понимаете основной задачей планирования вычислительных экспериментов? Желательно привести примеры.

2. Что Вы понимаете под фактором вычислительного (машинного) эксперимента?

3. Что Вы понимаете под реакцией вычислительного (машинного) эксперимента?

4. Что Вы понимаете под уровнем фактора вычислительного (машинного) эксперимента?

5. Что Вы понимаете под факторным пространством вычислительного (машинного) эксперимента?

6. Что Вы понимаете под функцией (поверхностью) реакции вычислительного (машинного) эксперимента?

7. Что Вы понимаете под управляемым, неуправляемым факторами вычислительного (машинного) эксперимента?

8. Что Вы понимаете под изучаемыми и не изучаемыми факторами вычислительного (машинного) эксперимента?

9. Что Вы понимаете под стратегическим планированием вычислительного эксперимента?

10. Что Вы понимаете под тактическим планированием вычислительного эксперимента?

Банк вопросов по теме «Статистическое моделирование»

1. Что Вы понимаете под стохастическими системами? Желательно привести примеры.

2. Что Вы понимаете под детерминированными системами (задачами)? Желательно привести примеры.

3. Что Вы понимаете под статистической устойчивостью? Желательно привести примеры.

4. Что Вы понимаете под предельными теоремами теории вероятностей?

5. Что Вы понимаете под псевдослучайными последовательностями?

6. Что Вы понимаете под аппаратным способом генерации случайных чисел?

7. Что Вы понимаете под табличным (файловым) способом генерации случайных чисел?

8. Что Вы понимаете под алгоритмическим (программным) способом генерации случайных чисел?

9. Что Вы понимаете под понятием «случайный вектор»?

Банк вопросов по теме «Моделирование. Вычислительный эксперимент»

1. Что Вы понимаете под полнотой модели? Желательно привести примеры.

2. Что Вы понимаете под гибкостью модели? Желательно привести примеры.

3. В каком виде могут быть представлены взаимосвязи параметров объекта, характеризующие особенности его функционирования?

4. Что Вы понимаете под вычислительным экспериментом?

5. Что Вы понимаете под достоверностью вычислительного эксперимента?

6. Что Вы понимаете под понятием «несмещенный» результат расчета?

7. Что Вы понимаете под понятием «состоятельный» результат расчета?

8. Что Вы понимаете под адекватностью математической модели?

9. Что Вы понимаете под понятием «точность» математической модели?

10. Что Вы понимаете под понятием «непротиворечивость» математической модели?

11. Что Вы понимаете под модульным принципом организации структуры математической модели?

12. Что Вы понимаете под принципом унификации математических моделей?

13. Что Вы понимаете под принципом совместимости математической модели с другими моделями?

14. Что Вы понимаете под принципом выделения базовых математических моделей?

Типовые задания по имитационному моделированию

Вариант 1.

Банковская система с двумя кассами. Очередной посетитель выбирает кассу, у которой наименьшая очередь. Модель останавливается в случае истечения моделируемого времени или при превышении длины одной из очередей. **Варьируемые переменные:** среднее время обслуживания клиента для каждого кассира, максимальная длина очереди. **Наблюдаемые переменные:** процент простоя каждого кассира, средняя длина каждой очереди.

Вариант 2.

Автозаправочная станция, реализующая три вида бензина. Для каждого вида задается вероятность его использования. Модель останавливается при израсходовании одного из видов бензина. **Варьируемые переменные:** запасы каждого вида бензина, вероятности

использования каждого из видов. **Наблюдаемые переменные:** валовая прибыль, нереализованные остатки.

Вариант 3.
Линия по сборке компьютеров, состоящих из пяти компонентов. Для каждого компонента задается период поступления, который является случайным числом. Модель останавливается при истечении времени моделирования. Количество компонентов считать неограниченным. **Варьируемые переменные:** период поступления каждого из 5 компонентов, время сборки компьютера. **Наблюдаемые переменные:** количество собранных компьютеров за единицу времени.

Вариант 4.
Аэропорт на 9 самолетов. Задаются средние значения интервалов времени между прилетающими и отлетающими самолетами. Количество самолетов, ожидающих посадку ограничено. Модель останавливается в случае невозможности принять очередной самолет. Варьируемые переменные: интервалы времени между отлетающими и прилетающими самолетами; количество самолетов, ожидающих посадку. Наблюдаемые переменные: среднее время ожидания посадки, среднее число самолетов на посадочной полосе.

Вариант 5.
Процесс подачи заявлений в приемную комиссию. Заявления подаются на два факультета. Для каждого факультета определяется проходной балл. Каждое заявление сопровождается суммой баллов, которые были набраны в результате тестирования. В процессе моделирования необходимо учесть неравномерность количества подаваемых заявлений во времени. **Варьируемые переменные:** проходной балл для каждого факультета, среднее количество баллов поступающих. **Наблюдаемые переменные:** количество поданных заявлений на каждый факультет.

Вариант 6.
Страховая компания. Необходимо смоделировать два потока информации: заявления на получение страховых полисов и заявления на выплату страховок. Предусмотреть наличие временных интервалов, относящихся к рассмотрению заявления и выдаче страховых сумм. **Варьируемые переменные:** средний интервал подачи заявлений, средний интервал выплачиваемых сумм, вероятность возникновения несчастного случая. **Наблюдаемые переменные:** сумма страховых поступлений, сумма страховых выплат.

Вариант 7.
Проектирование WEB-сайтов. Необходимо обработать поток заявок на проектирование WEB-сайтов. Стоимость проектирования в каждом случае является случайной величиной. Необходимо установить связь между стоимостью проектирования и временем разработки сайта. Проектные работы выполняют две группы разработчиков**.** **Варьируемые переменные:** интервал поступления заявок, средняя стоимость проектирования сайта. **Наблюдаемые переменные:** получаемая валовая прибыль, количество заказов.

Вариант 8.

Магазин «Хот-догов». Магазин продает два вида «хот-догов», которые различаются размерами и стоимостью. Покупатели приобретают продукцию и случайным образом выбирают размер «хот-дога». Модель останавливается при завершении запаса одного из видов. **Варьируемые переменные:** средний интервал покупок, запасы

Вариант 9.
Маршрутное такси. Необходимо смоделировать работу маршрутного такси, выполняющего движение по кольцу с четыремя остановками. Для каждой остановки генерируется поток пассажиров. **Варьируемые переменные:** количество мест в маршрутном такси, скорость маршрутки, среднее количество пассажиров на остановке. **Наблюдаемые переменные:** суммарная прибыль, средний процент заполнения маршрутки.

Вариант 10.
Поддержка программ 1С: Предприятие. Фирма занимается разработкой собственных конфигураций и продажей типовых решений. Стоимость работ по выполнению нетипового решения выше, чем типового, но и затрачиваемое время также выше. Поток заявок на выполнение работ должен предусмотреть процедуру соотнесения каждой заявки к тому или иному решению. **Варьируемые переменные:** средний интервал между заявками, средняя стоимость каждого из решений.

Вариант 11.
На железнодорожной станции имеются пять путей для обслуживания прибывающих железнодорожных составов. Интенсивность прибытия железнодорожных составов равна 15 составов в час. Среднее время обслуживания одного состава 20 минут.

Вариант 12.
В порту имеется четыре причала для разгрузки грузовых судов. Интенсивность потока судов равна 0,8 судов в сутки. Среднее время разгрузки одного судна составляет 2 суток.

Вариант 13.
Ателье по ремонту радиоаппаратуры имеет 5 опытных мастеров. В среднем в течение рабочего дня от населения поступает в ремонт 10 радиоаппаратов, а каждый из мастеров в ателье успевает отремонтировать 2,5 аппарата в день.

Вариант 14.
Специализированная вычислительная система состоит из трех процессоров и общей оперативной памяти. Задания поступают на обработку через интервалы времени 3минуты. Решение одного задания требует 1.5 минуты. Задания, поступившие в систему и заставшие все процессоры занятыми, остаются в очереди в оперативной памяти.

Вариант 15.
Преподаватель производит прием экзамена у большой группы студентов, которые приходят на экзамен с интенсивность 6 человек в час. Время приема экзамена у одного студента в среднем составляет 20 минут. Студенты, ждущие приема экзамена, находятся в очереди.

Вариант 16.

Абонентский отдел библиотеки обслуживают 3 библиотекаря. Время обслуживания одним библиотекарем читателя в среднем составляет 5 минут. Интенсивность посещения читателями библиотеки составляет 4 человека в минуту. Если в момент прихода читателя все библиотекари заняты, то читатель встает в очередь.

Вариант 17.
В вагоне-ресторане интенсивность поступления клиентов в среднем составляет 20 человек в час. Обслуживанием клиентов занимаются два официанта, при этом среднее время обслуживания одного клиента составляет 10 минут. Пассажиры, заставшие официантов занятыми, встают в очередь.

Вариант 18.
Поток заданий в 4-процессорном компьютере является простейшим с интенсивностью 1000 заданий в минуту. Среднее время обработки задания каждым процессором составляет 3 секунды. Если при поступлении задания все процессоры заняты, то задание помещается в очередь

Вариант 19.
Четырехканальный концентратор имеет буфер большой емкости. Пакеты данных поступают на концентратор с интенсивностью 51 пакет в секунду. Пакеты, поступившие в момент, когда заняты все каналы, выстраиваются в очередь в буфере обмена. Средняя скорость одного канала 256 Кб в секунду.

Вариант 20.
Железнодорожный пропускной таможенный пункт состоит из трех линий досмотра. Время досмотра одного железнодорожного состава на линии досмотра в среднем составляет 4 часа. Интенсивность прибывающих составов составляет 2 состава в час. В случае занятости всех линий досмотра прибывший состав ставится на запасной путь.

Вариант 21.
В камеру хранения вокзала, состоящую из 5 секций, поступает простейший поток требований в среднем 2 требования в минуту. Время обслуживания распределено по показательному закону и составляет в среднем 2 минуты. Требования, заставшие все секции занятыми, встают в очередь.

Вариант 22.
В буфете железнодорожной станции обслуживают клиентов два продавца. Интенсивность обслуживания одним продавцом составляет 0,5 человека в минуту. Посетители приходят в буфет со средним интервалом в 1 минуту. Если в момент прихода клиента все продавцы заняты, клиент встает в очередь.

Вариант 23.
В компьютерном классе установлены три принтера, скорость печати каждого из которых в среднем составляет 2 страницы в минуту. Печать начинается сразу после поступления задания на сервер печати. Среднее время между поступлениями файлов на принтер составляет 1 минуту. Если в момент поступления файла на печать принтеры заняты, то задания выстраиваются в очередь.

Вариант 24.
В аэропорту находятся три кассы для продажи билетов. Когда все кассы заняты, пассажиры встают в очередь не ограниченной длины. Среднее время обслуживания в одной кассе составляет 5 минут. Пассажиры прибывают в аэропорт для покупки билетов в

среднем по два человека в минуту. В случае занятости всех касс прибывшие пассажиры встают в очередь.

Вариант 25.
Морской порт имеет 5 причалов для разгрузки сухогрузных судов. В среднем в течение месяца в порт прибывают с грузами около 20 судов большого тоннажа. На разгрузку одного судна в среднем на каждом причале тратится 6 рабочих дней. Если в момент прибытия судна все причалы заняты, то оно встает в очередь.

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Типовые вопросы к экзамену:

Перечень вопросов по подготовке к экзамену по дисциплине
«Имитационное моделирование в технике»

1. Размерные и безразмерные величины. Основные и производные единицы измерения. Формула размерности.
2. Структура функциональных связей между физическими величинами. Параметры, определяющие класс явлений. Основные и производные единицы измерения. Пи-теорема теории размерности.
3. Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Правила записи приближенных чисел. Абсолютная и относительная погрешности.
4. Погрешности арифметических операций над приближенными цифрами. Погрешность функции.
5. Особенности машинной арифметики.
6. Корректность вычислительной задачи. Единственность вычислительной задачи. Устойчивость решения вычислительной задачи. Обусловленность вычислительной задачи.
7. Вычислительные методы (методы эквивалентных преобразований, методы аппроксимации, прямые методы, итерационные методы, методы статистических испытаний). Корректность вычислительных алгоритмов.
8. Математическое моделирование и процесс создания математической модели. Основные этапы решения задачи с применением ЭВМ.
9. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем. Понятие сложной системы. Плохо и хорошо организованные системы.
10. Математические модели и их виды.
11. Адекватность, достоверность, точность математических моделей. Непротиворечивость результатов математического моделирования.
12. Прямая задача математического моделирования. Обратные задачи математического моделирования (идентификация). Обратные задачи математического моделирования (оптимизация).
13. Принципы математического моделирования. Методы разработки математических моделей. Основные требования, предъявляемые к модели.
14. Классический подход при построении моделей. Системный подход при построении моделей. Эффективность моделирования систем.

15. Классификационные признаки моделирования. Типовые схемы математических моделей.
16. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы).
17. Дискретно-детерминированные модели (F-схемы).
18. Дискретно-стохастические модели (P-схемы).
19. Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы).
20. Сетевые модели (N-схемы).
21. Комбинированные модели (A-схемы).

22. Суть имитационного моделирования. Основные требования, предъявляемые к имитационной модели. Система, модели и имитационное моделирование.
23. Системный подход к формированию имитационной модели. Обоснование, формулирование и конструирование имитационной модели.
24. Программное обеспечение имитационного моделирования.
25. Моделирование на фиксированной сетке времени.
26. Моделирование по существенным моментам времени.
27. Имитационное моделирование. Агентное моделирование.
28. Имитационное моделирование. Методы системной динамики.
29. Имитационное моделирование. Дискретно-событийное моделирование.
30. Имитационное моделирование. Динамическое моделирование.
31. Имитационное моделирование. Стохастическое моделирование.
32. Имитационное моделирование. Методы эволюционного моделирования.
33. Классификация моделей и моделирования по признаку «характер моделируемой стороны объекта».
34. Классификация моделей и моделирования по признаку «характер процессов, протекающих в объекте».
35. Классификация моделей и моделирования по признаку «способ реализации модели».
36. Понятие о теории графов.
37. Понятие о теории массового обслуживания. Понятия систем массового обслуживания.
38. Классификация моделей систем массового обслуживания.
39. Параметры и показатели систем массового обслуживания.
40. Понятие о методе Монте-Карло.
41. Характеристика метода статистического моделирования.
42. Генераторы случайных чисел. Генерирование случайных величин. Псевдослучайные последовательности.
43. Моделирование случайных событий.
44. Моделирование дискретных случайных величин.
45. Моделирование непрерывных случайных величин.
46. Моделирование случайных векторов.
47. Моделирование «реалистичных» распределений.
48. Моделирование случайных процессов. Классификация случайных процессов.
49. Моделирование совместных независимых событий. Моделирование совместных зависимых событий.

50. Вычислительный (машинный) эксперимент.
51. Стратегическое планирование экспериментов.
52. Тактическое планирование экспериментов. Нестационарные режимы работы имитационной модели.
53. Тактическое планирование экспериментов. Определение размера выборки.
54. Тактическое планирование экспериментов. Методы понижения дисперсии.

55. Анализ чувствительности имитационной модели.
56. Метод проверок при анализе результатов имитационного моделирования.
57. Метод доверительных интервалов при анализе результатов имитационного моделирования.
58. Сущность проблемы многомерных откликов в категориях имитационного моделирования.
59. Моделирование в системах управления в реальном масштабе времени. Управление модельным временем.

60. Особенности статистической обработки результатов ЭВМ. Факторный анализ.
61. Особенности статистической обработки результатов ЭВМ. Корреляционный анализ результатов моделирования.
62. Особенности статистической обработки результатов ЭВМ. Регрессионный анализ результатов моделирования.
63. Особенности статистической обработки результатов ЭВМ. Дисперсионный анализ результатов моделирования.

Примеры оценочных средств для промежуточной аттестации:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Институт математики и информационных технологий
Направление: Прикладная математика и информатика
Профиль: «Прикладная математика и информатика»
Дисциплина: «Основы математического моделирования»

Утверждаю
Заведующий кафедрой
математического анализа
и дифференциальных уравнений
_____ М.В. Фалалеев

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Размерные и безразмерные величины. Основные и производные единицы измерения. Формула размерности.
2. Типовые схемы математических моделей. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы).

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