Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.М. Дигурова
«28» ____06____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математическое моделирование»

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Профиль: Информатика и вычислительная техника

Квалификация (степень) выпускника - «бакалавр»

Форма обучения – очная

Владикавказ, 2019

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 г. № 929, учебным планом подготовки бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 28.05.2019 г. № 10.

Составитель: Тотиева Ж.Д.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры математического анализа (протокол №7 от 23.03.2019)

Одобрена советом факультета математики и информационных технологий
(протокол № 5 от 29.03.2019 г.)

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы. (144 час.).

	Очная Форма обучения
Курс	3
Семестр	5
Лекции	34
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	34
Консультации	+
Итого аудиторных занятий	68
Самостоятельная работа	49
Курсовая работа	-
Зачет	-
Экзамен	27
Общее количество часов	144 час.

2. Цели освоения дисциплины

Цели изучения дисциплины – формирование у студентов профессиональных знаний в области математического моделирования: изучение теоретических основ, приемов и методов математического моделирования; знакомство с качественными и приближенными аналитическими методами исследования математических моделей; исследование математических моделей физических, химических, биологических и других естественнонаучных и технических объектов, а также социальных, экономических систем.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к дисциплинам Блок 1. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Б1.В.05.

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в рамках школьного курса «Алгебра и начала анализа», «Геометрия», «Физика», курса бакалавриата линейной алгебры и аналитической геометрии, теории дифференциальных уравнений; физика (динамика систем);

Приступая к изучению дисциплины «Математическое моделирование», студент должен иметь представление о подходах к постановке и решению математических задач; об основных приемах представления результатов математического исследования.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

УК-1 -Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2 -Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

ПК-6 -Способен создавать и исследовать новые математические модели в

промышленности и бизнесе, в том числе с использованием современных информационных технологий и программирования.

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции		Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
Код	**Формулировка**	**Знать:**	**Уметь**	**Владеть:**
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	основные типы математических моделей;	использовать основные численные методы решения математических задач;	навыками применения математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности;
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	основные принципы построения математических моделей.	использовать математические методы в сборе информации, ее обработке и представление в прогнозировании результатов изучаемых процессов.	Навыками проведения доказательных рассуждений, аргументации, выдвижения гипотез и их обоснования; поиска, систематизации, анализа и классификации информации, использования разнообразных информационных источников, включая учебную и справочную литературу
ПК-6	Способен создавать и исследовать новые математические модели в промышленности и бизнесе, в том числе с использованием современных информационных технологий и	методы решения основных математических задач – интегрирования, дифференцирования, решения линейных и трансцендентных уравнений и систем уравнений с помощью ЭВМ;	разрабатывать алгоритмы и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата;	навыками применения накопленных знаний для решения той или иной проблемы прикладной математики;

	программирования			

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия			Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Баллы		Литература
		л	пр	лаб	Содержание	Часы		min	max	
1-2	**Понятие математической модели. Основные требования.** Общая схема применения математики. Множественность и единство моделей. Требование адекватности, достаточной простоты, некоторые другие требования.	4		2	Различные примеры математических моделей, встречающихся в учебной литературе	8	Коллоквиум	**0**	**8**	**[1-12]**
3-4	**Типы математических моделей.** Структурные и функциональные модели. Дискретные и непрерывные модели. Линейные и нелинейные модели. Линеаризация. Детерминированные и вероятностные модели.	4		8	Численные методы как методы дискретизации. Дельта-функция и ее применение. Интерполяция – переход к непрерывности.	6	Коллоквиум программы расчета дискретизации и интерполирования	**0**	**8**	**[1-12]**
5	**Построение математической модели.** Формулирование математической задачи. Задачи анализа и синтеза.	2		2	Метод наименьших квадратов.	4	Коллоквиум.	**0**	**8**	**[1-12]**

	Определяющие соотношения. Подбор эмпирической формулы. О размерных величинах. Подобие объектов.									
6	**Форматы моделей.** Конечные уравнения. Уравнения для функций одного аргумента. Уравнения для функций нескольких аргументов.	2		2	Основные уравнения в частных производных. Вывод уравнений теплопроводности, волновое уравнение, эллиптическое уравнение.	4	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	**0**	**8**	**[1-12]**
7-8	Задачи на экстремум с конечным числом степеней свободы. Задачи на экстремум с искомой функцией. О применимости математического анализа.	4		4	Некоторые задачи экономического анализа. Задача линейного программирования.	5	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	**0**	**8**	**[1-12]**
9-10	**Упрощения и уточнения.** Рабочие гипотезы. Метод малого параметра. Регулярные и сингулярные возмущения. Осреднение быстро колеблющихся исходных зависимостей. Анализ влияния упрощений.	4		4	Решение задач методом малого параметра. Задачи двух типов (малый параметр).	6	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	**0**	**8**	**[1-12]**
11	**О решениях.** Методы построения и исследования решений. Асимптотические	2		2	Решение задач методом асимптотического разложения.	4	Контрольная работа	**0**	**8**	**[1-12]**

	разложения.									
12	Интегральные представления решений. Автомодельные решения. Решения типа бегущих и стоячих волн. Фазовый портрет.	2		2	Функция Грина для различных моделей математической физики.	4	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	**0**	**8**	**[1-12]**
13-14	Обобщенные решения.	4		4	Обобщенные функции. Выбор степени точности решения. Выяснение точности решения. Особенности процесса решения содержательной задачи. О применении компьютерной техники.	4	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	**0**	**8**	**[1-12]**
15	**Методы самоконтроля.** Прикидки. Контроль размерностей. Другие виды контроля. Роль примеров. О верификации.	2		2				**0**	**8**	**[1-12]**
16	**Распространенные ошибки.** Ошибки в выборе модели. Влияние интерполяции и экстраполяции. Ошибки в выборе метода исследования.	2						**0**	**10**	**[1-12]**

17	Моделирование природных процессов. Неустановившиеся движение в руслах рек, гравитационные волны (паводковые потоки). Математические модели сейсмики.	2		2	Моделирование паводковых потоков (основы гидравлики). Получение аналитических и численных решений начально-краевых задач, моделирующих гравитационные волны.	4	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	**0**	**10**	**[1-12]**
	ИТОГО	34	0	34		49		**0**	**100**	

Примечания:

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения.

6. Образовательные технологии

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования реализация учебного процесса должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах. Внедрение этих форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Цель – повышение эффективности образовательного процесса, достижение всеми обучающимися высоких результатов обучения.

Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Суть использования активных и интерактивных форм проведения состоит в погружении студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем, оптимальную для выработки навыков и качеств будущего специалиста.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы обучения.

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника.

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Видео-лекция – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Творческое задание составляет содержание (основу) любой интерактивной формы проведения занятия. Выполнение творческих заданий требует от студента воспроизведения полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем и требующей творческого подхода: 1) подборка примеров из практики; 2) подборка материала по определенной проблеме;

Публичная презентация проекта - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать сообщение.

Интерактивная лекция представляет собой выступление преподавателя перед аудиторий студентов с применением следующих интерактивных форм обучения: 1. управляемая дискуссия или беседа; 2. демонстрация слайдов или учебных фильмов; 3. мозговой штурм; 4. мотивационная речь и др.

Разработка проекта позволяет участникам мысленно выйти за пределы аудитории и составить проект своих действий по обсуждаемому вопросу Участники могут обратиться за консультацией, дополнительной литературой в специализированные учреждения, библиотеки и т.д.

Проблемное обучение - поиск ответов на вопросы по теме.

№/п	Тема	Вид занятия	Количество часов	Активные формы	Интерактивные формы
1	Моделирование волновых процессов в жидкости	Практическое	2	Интерактивная лекция	Разработка программы «Гравитационные волны в водоемах»
2	Математические модели сейсмики. Моделирование волн в упругих телах	Практическое	6	Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия	Разработка программы «Сценерии землетрясений. Синтетические акселерограммы»
3	Математическое моделирование экономических задач.	Практическое	4	Интерактивная лекция	Разработка проекта «Планирование и прогнозирование в экономике»
	Итого		12		

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

− систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;

− углубления и расширения теоретических знаний;

− формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

− развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится: написание докладов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и лабораторных занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по

подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра такие контрольные мероприятия проводятся по графику.

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1.Понятие математической модели.
2. Общая схема построения модели.
3. Требования, предъявляемые к моделям.
4. Модель ``хищник-жертва" (дать описание, входные и выходные параметры, методы решения).
5. Модель траектории ракеты (дать описание, входные и выходные параметры, методы решения).
6. Структурные и функциональные модели. Определения, примеры.\
7. Дискретизация моделей (от непрерывного к дискретному). Метод Эйлера. Глобальная ошибка дискретизации.
8. Об устойчивости (дат определение корректности задачи, рассмотреть на модельном уравнении условия устойчивости). Абсолютная и условная устойчивость конечно-разностной схемы.
9. Полиномиальная интерполяция (переход от дискретного к непрерывному). Метод множителей Лагранжа. Теорема об ошибке полиномиальной интерполяции.
10. Матрица Вандермонда как один из способов интерполяции. Представление Ньютона (было на практическом занятии).
11. Определение линейной и нелинейной модели.
12. Модель межотраслевого баланса. Структурная матрица
13. Модель международной торговли. Что называется структурной матрицей международной торговли? Что называется условием бездефицитной торговли? Какие предположения лежат в основе модели международной торговли?
14. Коэффициентом эластичности функции.
15. Что называется равновесной ценой на рынке одного товара?
16. Что называется средним значением функции? Что называется предельным значением функции в экономике?
17. Какие предположения лежат в основе модели Эванса с непрерывным временем?
18. Производственная функция. Что называется производственной функцией Кобба-Дугласа?

Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

Примеры тестовых заданий по дисциплине:

1. Структурная матрица международной торговли трех стран имеет вид

0,2 0,3 0,5
0,3 0,5 0,2
0,5 0,2 0,3

Суммарный национальный доход этих стран равен 1800. Найти национальные доходы стран.

2. Выпуск продукции производственного комплекса описывается статической двухсекторной моделью Леонтьева. Технологическая матрица имеет вид

0,2 0,1
0,4 0,3

а вектор конечной продукции имеет вид

50
14
.

Найти вектор выпуска продукции.

3. Выпуск продукции производственного сектора описывается динамической моделью Леонтьева с дискретным временем (случай переменного потребления). 30% годового выпуска продукции сектора потребляется самим сектором, 30% поставляется внешнему потребителю, а оставшаяся часть расходуется на инвестиции, причем инвестиции составляют 20% прироста годового выпуска продукции. В первый год выпуск продукции равен 4. Найти выпуск продукции в 5-м году.

Методика формирования результирующей оценки

Таблица 8.1

Этап	**Форма контроля**	**Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)**			
		86-100 %	**71–85%**	**60–70%**	**Менее 60%**
1. Текущий контроль (max 25 баллов за 1 модуль)					
		7-8 баллов	6–7 баллов	4–5 баллов	0–3 баллов
	Посещение занятий (max 8 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71–85% занятий	Студент посетил 56–70% занятий	Студент посетил менее 56% занятий
		9–10 баллов	7–8 баллов	6–7 баллов	0–5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 10б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3/2 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Доклад, презентация (max 3б.) / опорный конспект (max 2б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности,	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности,	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности,	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности,

		логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	аргументированности. Хороший стиль изложения.	логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (25б. за 1 модуль)					
		22–25 баллов	18–21 балл	14–17 баллов	0–13 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
3. Итоговый контроль по дисциплине					
		43–50 баллов	36–42 балла	28–35 баллов	0–27 баллов
	Экзамен/зачет	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Зачет» или соответствующую шкале экзаменационную оценку. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Понятие математической модели.
2. Общая схема построения модели.
3. Требования, предъявляемые к моделям.
4. Модель ``хищник-жертва'' (дать описание, входные и выходные параметры, методы решения).

5. Модель траектории ракеты (дать описание, входные и выходные параметры, методы решения).
6. Структурные и функциональные модели. Определения, примеры.\
7. Дискретизация моделей. Глобальная ошибка дискретизации.
8. Детерминированные и вероятностные модели. Динамические и статические модели.
9. Об устойчивости (дат определение корректности задачи, рассмотреть на модельном уравнении условия устойчивости). Абсолютная и условная устойчивость конечно-разностной схемы.
10. Полиномиальная интерполяция (переход от дискретного к непрерывному). Метод множителей Лагранжа. Теорема об ошибке полиномиальной интерполяции.
11. Матрица Вандермонда как один из способов интерполяции.
12. Представление Ньютона (было на практическом занятии).
13. Определение линейной и нелинейной модели.
14. Модель межотраслевого баланса. Структурная матрица
15. Модель международной торговли.
16. Коэффициентом эластичности функции.
17. Средние и предельные значения функции.
18. Производственная функция.
19. Об упрощении и уточнении математических моделей.
20. Метод малого параметра.
21. Регулярные и сингулярные возмущения.
22. Методы построения и исследования решений.
23. Асимптотические разложения.
24. Решения типа бегущих и стоячих волн.
25. Метод Галеркина. Проекционные методы.
26. Компьютерное и имитационное моделирование.

…

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 60 баллов)	**«Минимальный уровень» (60-70 баллов)**	**«Средний уровень» (71-85 баллов)**	**«Высокий уровень» (86-100 баллов)**
Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	*Компетенции сформированы.* Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	*Компетенции сформированы.* Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	*Компетенции сформированы.* Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
Оценка «неудовлетворительно» /не зачтено	**Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»**	**Оценка «хорошо» / «зачтено»**	**Оценка «отлично» / «зачтено»**

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Звонарев С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие. Екатеринбург: изд-во Уральского фед. Университета, 2019 г. 150 стр. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68494/1/978-5-7996-2576-4_2019.pdf

2. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / Под ред. П. В. Трусова. – М.: Логос, 2010. 440 с.
3. Макарова Н.А. Основные этапы моделирования. – СПб.: Питер, 2005.
4. Советов Б. Я. Моделирование систем: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. 343 с.
5. Советов Б.Я. Моделирование систем: Практикум. – М.: Высшая школа, 2003. 295 с.
6. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учеб. курс / Лазарев Юрий. – СПб.: Питер BHV, 2005. 512 с.

б) дополнительная литература:

1. Музаев И.Д., Туаева Ж.Д. Математическое моделирование проблем охраны окружающей среды. М.: Научный мир, 2003, 140 стр.
2. Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. 156 с.
3. Веников В. А., Веников Г. В. Теория подобия и моделирования. – М.: Высшая школа, 1984.
4. Бенькович Е.С. Практическое моделирование. – М.: Наука, 1999. 365 с.
5. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. – М.: Логос, 2003. 357 с.
6. Самарский А .А. Математическое моделирование. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 347с.

в) электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:

– eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: http://www.elibrary.ru.

– База данных «ЭБС elibrary»: http://elibrary.ru

– Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://biblio-online.ru.

- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://www.biblioclub.ru.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, обеспеченных компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет, интерактивными досками и мультимедийным оборудованием.

Лицензионное программное обеспечение:

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»;

Перечень ПО в свободном доступе:

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;

4. Yandex Browser;
5. OperaBrowser;
6. Python 3.8.5;

11. Лист обновления/актуализации