

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Вычислительная математика»**

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения – очная

Владикавказ, 2019

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, Профиль: Математическое моделирование и вычислительная математика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г. № 9, учебным планом подготовки бакалавриата по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 28.05.2019 г. № 10.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Тотиева Ж.Д.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры математического анализа (протокол №7 от 27.03.2019)

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

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы. (72 час.).

	Очная Форма обучения
Курс	2
Семестр	4
Лекции	-
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	32
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	32
Самостоятельная работа	40
Курсовая работа	-
Зачет	+
Экзамен	-
Общее количество часов	72 час.

2. Цели освоения дисциплины

Цели изучения дисциплины – освоение студентами и применение приобретенных знаний для решения задач курса высшей математики. SciLab.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Вычислительная математика» относится к дисциплинам Блок 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть. Б1.О.17.

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в рамках школьного курса «Алгебра и начала анализа», а также в результате освоения дисциплин университетского курса математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, теории дифференциальных уравнений. Необходимо обладать навыками работы с вычислительной техникой.

Приступая к изучению дисциплины «Вычислительная математика», 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-2 -Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

ОПК-2 -Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач;

ОПК-3 -Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции		Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
Код	Формулировка	Знать:	Уметь	Владеть:
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 универсальные программные средства компьютерной системы «SciLab», предназначенные для решения задач высшей математика, и критерии оценки эффективности различных компьютерных технологий;	решать типовые теоретические и вычислительные задачи математического анализа линейной алгебры, дифференциальных уравнений, аналитической геометрии	Навыками нахождения адекватных и эффективных путей решения математических задач с помощью компьютерных технологий.
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	основные алгоритмы численного решения задач математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений, аналитической геометрии.	выбирать программные средства и профессионально использовать их для решения задач математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений, аналитической геометрии	практическими вычислительным и навыками решения прикладных задач с использованием средств пакета SciLab;
ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	теоретические основы построения методов численного решения алгебраических и трансцендентных уравнений; теоретические основы методов решения систем линейных и нелинейных	анализировать поставленную задачу и выбрать пути её решения; оптимизировать используемые вычислительные алгоритмы.	способностью самостоятельно пополнять знания в области вычислительных методов.

		уравнений; - теоретические основы построения алгоритмов интерполяции; основные части пакета программ SciLab.		
--	--	---	--	--

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	лаб	Содержание	Часы		min	max	
1	Ознакомление с системой SciLab		2	Интерфейс системы SciLab	2	Контрольная работа	0	6	[1-10]
2	Работа со списками		2	Основные классы данных	2	Контрольная работа	0	6	[1-10]
3	Решение уравнений и систем уравнений		2	Арифметические функции и выражения. Операции линейной алгебры. Решение нелинейных уравнений.	6	Контрольная работа	0	6	[1-10]
4	Работа с векторами и матрицами		2			Контрольная работа	0	6	[1-10]
5	Операции математического анализа		2	Вычисление пределов, дифференцирование функций.	4	Контрольная работа	0	6	[1-10]
6	Интегрирование функций		2	Вычисление интегралов	4	Контрольная работа	0	6	[1-10]
7	Построение графиков функций		2	Графические функции двумерной графики и их опции.	2	Контрольная работа	0	6	[1-10]
8	Работа с графическими объектами		2	Графические примитивы, директивы. Графические функции трехмерной графики	2	Контрольная работа	0	6	[1-10]
9	Решение дифференциальных уравнений		2	Решение дифференциальных уравнений в символьном виде (аналитическое решение), решение дифференциальных уравнений в численном виде	4	Контрольная работа	0	6	[1-10]

				(численные решения). Визуализация частных решений дифференциальных уравнений					
10	Решение оптимизационных задач		2	Решение задач линейного программирования	4	Контрольная работа	0	6	[1-10]
11	Моделирование полета частицы		2	Элементы программирования.	4	Контрольная работа	0	6	[1-10]
12	Составление простейших программ		2	Пакеты математических расширений.	4	Курсовое проектирование	0	6	[1-10]
13	Разложение функций в ряд Маклорена		2			Контрольная работа	0	7	[1-10]
14	Разложение функций в ряд Фурье		2			Контрольная работа	0	7	[1-10]
15	Анимация		2			Контрольная работа	0	7	[1-12]
16	Стандартные пакеты расширения		2	Пакеты Algebra, Calculus	2	Контрольная работа	0	7	[1-10]
	ИТОГО		32		40		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 аудиторией 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 полета частицы	Лабораторное	4	Традиционные практические (семинарские) занятия	Творческое задание
2	Решение задач линейного программирования	Лабораторное	4	Традиционные практические (семинарские) занятия	Творческое задание
3	Графические примитивы, директивы. Графические функции трехмерной графики	Лабораторное	4	Традиционные практические (семинарские) занятия	Творческое задание
3	Графические функции двумерной графики и их опции.	Лабораторное	4	Традиционные практические (семинарские) занятия	Творческое задание
	Итого		16		

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 относятся: 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 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. Программным способом найти наименьший и наибольший корень уравнения $f(x) = x^5 + x^4 - 27x^3 + x^2 + 146x - 120 = 0$.
2. Построить график функции $f(x)$.
3. Найти экстремумы функции $f(x) = 12x^5 - 405x^4 + 20x^3 + 4380x^2 - 7200x + 1$. Построить график функции $f(x)$.
4. Найти: а) минимум функции $z = x^2 + xy + y^2 - 7x + 3y + 5$; б) максимум функции $z = x^2 + xy + y^2 + 3x + 2y + 1$. 3) Пример: найти минимум функции $z = 3x + 2y$ с ограничениями D: $x \geq 2$; $3x + 2y \geq 6$; $2x + y \geq 2$; $y \geq 3$; $x \geq 0$; $y \geq 0$. Построить область D.
5. На частицу удобрений в момент ее схода с центробежного диска действует лишь сила тяжести. Движение частицы относительно системы координат Oxy описывается системой дифференциальных уравнений: (g ускорение свободного падения) с начальными условиями: $x(0) = v_0 \cdot \cos \alpha$, $y(0) = v_0 \cdot \sin \alpha$, $x'(0) = 0$, $y'(0) = 0$. Найти закон движения частицы: $x = x(t)$, $y = y(t)$, если она вылетает под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Определить момент времени t_m и высоту h_m максимального подъема частицы, момент времени t_k падения частицы на землю и максимальную дальность полета частицы s_k - расстояние по оси Ox от начала полета частицы до ее падения на землю с высоты h_0 . В качестве исходных данных принять: $g = 9.81$, $v_0 = 30$, $h_0 = 1$, $\alpha = \dots$. Изобразить траекторию полета частицы.
6. Разложить функцию $f(x) = e^{2x}$ в ряд Маклорена и построить графики данной функции и аппроксимирующих функций. Сопоставить полученные графики.

Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

Примеры тестовых заданий по дисциплине:

1. Совмещение графических объектов. `g1=Plot[Cosh[x],{x,-3,3},AspectRatio Automatic,PlotRange {0,5},PlotStyle {Hue[0.55],Thickness[0.012]}`
`g2=ParametricPlot[{Cos[t]+Log[Abs[Tan[t]]],Sin[t]},{t,0,},`
`AspectRatio→Automatic,PlotRange→{{-3,3},Automatic},Ticks→{{-2,2},{1}},PlotStyle→{Hue[0.85],Thickness[0.012]}` `Show[g1,g2];`
`Show[GraphicsArray[{g1,g2}]]`

2. С помощью пакета Calculus можно решать различные нестандартные задачи. Например, найти градиент скалярной функции.
3. С помощью оператора Do и Table изобразить анимацию графика функции с изменением оттенка графика с красного до желтого (h_0 - начальный оттенок dh - шаг) и с изменением толщины линии (t_0 - начальная толщина, dt – шаг изменения толщины линии).

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, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, 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	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

			выполнению конкретных заданий.	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 зачету:

1. Интерфейс системы SciLab
2. Работа со списками. Основные классы данных
3. Решение уравнений и систем уравнений. Арифметические функции и выражения. Операции линейной алгебры. Решение нелинейных уравнений.
4. Работа с векторами и матрицами
5. Операции математического анализа
6. Интегрирование функций
7. Построение графиков функций
8. Работа с графическими объектами
9. Решение дифференциальных уравнений
10. Решение оптимизационных задач
11. Моделирование полета частицы
12. Составление простейших программ
13. Разложение функций в ряд Маклорена.
14. Разложение функций в ряд Фурье.
15. Анимация.
16. Стандартные пакеты расширения.

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)
<p><u>Компетенции не сформированы.</u></p> <p>Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
Описание критериев оценивания			
<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

		обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	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. Андриевский А.Б., Андриевский Б.Р., Капитонов А.А., Фрадков А.Л. Решение инженерных задач в SkiLab. Учебное пособие.– Санкт-Петербург Ж ИТМО, 2013 г.
<https://books.ifmo.ru/file/pdf/1329.pdf>
2. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В., Рудченко Е. А., Макарова Н.А. Scilab. Решение инженерных и математических задач. Основные этапы моделирования. – СПб.: Питер, 2005. <http://window.edu.ru/resource/214/58214/files/ScilabBook.pdf>
3. Советов Б. Я. Моделирование систем: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. 343 с.
4. Советов Б.Я. Моделирование систем: Практикум. – М.: Высшая школа, 2003. 295 с.
5. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учеб. курс / Лазарев Юрий. – СПб.: Питер BHV, 2005. 512 с.

Б) Дополнительная литература

6. Scilab для чайников, альтернатива Matlab
Джонни Хейкел Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. 156 с. <http://scocs.ucoz.net/scilab.pdf>
7. Веников В. А., Веников Г. В. Теория подобия и моделирования. – М.: Высшая школа, 1984.
8. Бенькович Е.С. Практическое моделирование. – М.: Наука, 1999. 365 с.
9. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. – М.: Логос, 2003. 357 с.
10. 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. УСКМ SciLab-5.1.

11. Лист обновления/актуализации

Программа актуализирована.

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры математического анализа.

Протокол заседания кафедры №12 от 26.06.2020