

*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
«Проектный семинар "Математическое моделирование"»**

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, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г. №9, учебным планом подготовки бакалавров по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 28.05.2019, протокол № 10.

Составитель: Олисаев Э.Г.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры Функционального анализа и дифференциальных уравнений
(протокол № 8 от «26» марта 2019 г.)

Зав. кафедрой _____ М.С. Бичегкуев

Одобрена советом факультета математики и информационных технологий
(протокол № 5 от «29» марта 2019 г.)

Председатель совета факультета _____ Р.Ч. Кулаев

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

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

	Очная форма обучения
Курс	3 /4
Семестр	6/7
Лекции	-
Практические занятия	32/34
Лабораторные занятия	-
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	32/34
Самостоятельная работа	40/38
Курсовая работа	-
Зачет	6/7 семестры
Экзамен	-
Общее количество часов	144 час.

2. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Проектный семинар "Математическое моделирование"» является: обучение студентов методам математического моделирования различных физических и социально-экономических явлений. В рамках проектного семинара предполагается выполнения полного цикла работ по решению сложных задач: от постановки до получения и интерпретации результатов.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Проектный семинар "Математическое моделирование"» относится к дисциплинам Блок 1. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений Б1.В.ДВ.03.02

Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в результате освоения дисциплин: математический анализ, алгебра и геометрия, дифференциальные и интегральные уравнения, уравнения математической физики, теория вероятностей и математическая статистика, вычислительная математика, математическое моделирования, языки и методы программирования, физика.

Приступая к изучению дисциплины «Проектный семинар "Математическое моделирование"», студент должен иметь представление о дифференциальном и интегральном исчислении функций многих переменных, об алгебре матриц, о теории рядов, системах координат и методах решения обыкновенных дифференциальных уравнений, постановках задач математической физики и методах их решения, теоретические основы математического моделирования, численные методы, языки программирования и методы программирования.

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-3 - Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде;

ПК-2 - Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники;

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 численные методы решения математических задач;	навыками применения математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности;
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	методы построения математических моделей на основе постановок задач из различных областей естествознания;	Анализировать построенные модели; Определять корректность и адекватность построенной математической модели	навыками применения методов математического моделирования для решения прикладных проблем социально-экономического и естественно-научного характера;
ПК-2	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования	методы аналитического и численного решения различных математических задач	разрабатывать алгоритмы и программы для решения вычислительных задач, учитывая необходимую точность получаемого результата;	навыками проведения вычислительного эксперимента обеспечивающего наибольшую эффективность построенной математической модели

	и компьютерной техники			
--	---------------------------	--	--	--

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	Содержание	Часы		min	max	
1.	Основные понятия математического моделирования		2			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	10	[1-7]
2.	Описание и постановка задачи		4	Изучение явлений, приводящих к дифференциальным уравнениям 1-го порядка и их системам	6	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	15	[1-7]
3.	Качественное исследование предметной области. Изучение законов, управляющих явлением.		4	Изучение физических процессов, приводящих к уравнениям гиперболического типа	8	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	10	[1-7]
4.	Выделение характерных свойств исследуемого явления		4	Изучение физических процессов, приводящих к уравнениям параболического и эллиптического типов	8		0	15	
5.	Определение характера математической модели.		4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	10	[1-7]

6.	Выделение главных свойств и их математическое описание.		4				0	10	
7.	Выделение дополнительных свойств (начальных, граничных условий)		4	Исследование нестандартных постановок краевых задач	10		0	15	
8.	Математическое обоснование модели (непротиворечивость и корректность задачи: существование, единственность, устойчивость решения)		6	Некорректно поставленные задачи	8	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	15	[1-7]
	ИТОГО 6 семестр		32		40		0	100	
1.	Исследование поведения построенной математической модели при различных значениях свойств (главных и дополнительных)		6			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	15	[1-7]
2.	Разработка методов решения задачи (аналитических и численных).		6	Асимптотические методы решения	6	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	15	[1-7]
3.	Обоснование численных методов исследования модели (сходимость, точность, устойчивость)		6	Разностные методы решения краевых задач	7	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	15	[1-7]
4.	Разработка алгоритмов для		4	Разработка алгоритмов	10	Устный опрос,	0	15	[1-7]

	реализации численных методов			и программирование методов численного интегрирования и визуализации решения		сообщения по вопросам темы, конспект.			
5.	Разработка программы на языке программирования высокого уровня		4	Разработка алгоритмов и программирование разностных методов решения уравнения колебания струны	10	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	15	[1-7]
6.	Получение и интерпретация результатов.		4	Проведение численного эксперимента	5	Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	15	[1-7]
7.	Публикация результатов исследования		4			Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	0	10	[1-7]
	ИТОГО 7 семестр		34		38		0	100	
	ИТОГО		66		78				

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 эффективно 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	Колич ество часов	Активные формы	Интерактив ные формы
---------	------	-------------	-------------------------	----------------	-------------------------

1	Выделение главных свойств и их математическое описание.	Практическое	4		Творческое задание
2	Обоснование численных методов исследования модели (сходимость, точность, устойчивость)	Практическое	4		Творческое задание

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 практических 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. Разработать и исследовать модель, описывающую процесс загрязнения воздуха заводской трубой
2. Разработать и исследовать модель, описывающую процесс колебания электрических проводов, при ветровой нагрузке
3. Разработать и исследовать модель колебания напряжения в сети при различных нагрузках
4. Разработать и исследовать модель развития популяции кавказских барсов в зависимости от различных факторов
5. Разработать и исследовать модель общего экономического развития

Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

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 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 зачету:

1. Основные понятия математического моделирования
2. Описание и постановка задачи
3. Качественное исследование предметной области
4. Законы, управляющие явлением и их взаимосвязь с моделью
5. Определение характера математической модели
6. Свойства исследуемого явления. Основные и второстепенные свойства
7. Выделение главных свойств и их математическое описание.
8. Выделение дополнительных свойств (начальных, граничных условий)
9. Непротиворечивость модели

10. Корректность математической задачи: существование, единственность, устойчивость решения
11. Исследование поведения построенной математической модели при различных значениях свойств (главных и дополнительных)
12. Методы решения задачи. Аналитических, приближенные и численные методы.
13. Сходимость и точность численных методов
14. Устойчивость численных методов
15. Алгоритмы решения вычислительных задач

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 	<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 	<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, 	<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

дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	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.	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. Математическое моделирование: практикум / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова; науч. ред. Л.А. Коробова; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с.: табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482006>. – Текст: электронный.
2. Уздин, В.М. Математическое моделирование: метод анализа размерности: / В.М. Уздин; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019. – 30 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564012>. – Текст: электронный.
3. Математическое моделирование: лабораторный практикум / авт.-сост. О.Е. Зеливянская; Министерство образования РФ, Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016.

– 144 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467014>. – Текст: электронный.

4. Семенов, А.Г. Математическое и компьютерное моделирование: практикум: / А.Г. Семенов, И.А. Печерских; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. – 237 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574121>. – Текст: электронный.

5. Федосеев, В.В. Математическое моделирование в экономике и социологии труда: методы, модели, задачи / В.В. Федосеев. – Москва: Юнити, 2015. – 167 с.: табл., граф., схемы – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114723>. – Текст: электронный.

6. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – 3-е изд., стер. – Москва: ФЛИНТА, 2016. – 271 с.: схем., ил. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>. – Текст: электронный.

7. Заварухин, С.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов: учебное пособие: / С.Г. Заварухин; Новосибирский государственный технический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 86 с.: ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576798>. – Текст: электронный.

б) дополнительная литература:

8. Любимова, Г.И. Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов / Г.И. Любимова; отв. ред. И.В. Манжелей; Тюменский государственный университет. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2018. – Выпуск 16. – 495 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573757>. – Текст: электронный.

9. Сахарова, Л.В. Математическое моделирование в условиях неопределенности: учебное пособие: / Л.В. Сахарова; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2017. – 102 с.: табл., граф. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567423>. – Текст: электронный.

10. Масягин, В.Б. Математическое моделирование и информационные технологии при проектировании: учебное пособие / В.Б. Масягин, Н.В. Волгина; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 167 с.: табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493368>. – Текст: электронный.

11. Кундышева, Е.С. Математические методы и модели в экономике: учебник / Е.С. Кундышева; под науч. ред. Б.А. Сулакова. – 2-е изд. – Москва: Дашков и К°, 2018. – 286 с.: ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573443>. – Текст: электронный.

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»;
4. CiscoWebex- Система проведения вебинаров (ООО Айтекдоговор № Д83-2020 от 10.08.2020-10.08.2021 г.).

Перечень ПО в свободном доступе:

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;
4. Yandex Browser;
5. OperaBrowser;
6. Anaconda3;

Лист обновления/актуализации

Программа актуализирована.

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры
Функционального анализа и дифференциальных уравнений.

Протокол заседания кафедры от «27» июня 2019 г.