

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий

Кочевский А. А.

» Свердлов 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математические модели природных систем»

по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика
магистерская программа «Математическое моделирование сложных систем»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические модели природных систем» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика. – 12 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические модели природных систем» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 года № 13 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированного в Министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018 года за № 49939, учебного плана по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, (магистерская программа «Математическое моделирование сложных систем») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ

канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики Щелоков В. С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики

18 апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики _____ Малый В. В.

Переутверждена: «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий

19 апреля 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Ветрова Н. Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знаний и навыков работы по созданию и исследованию математических имитационных моделей сложных процессов и систем.

Задачи: развитие логического и абстрактного мышления студентов; овладение студентами методами исследования и решения задач общей теории дифференциальных уравнений в частных производных и общей теории интегро-дифференциальных уравнений; выработка у студентов умения самостоятельно расширять свои математические знания и проводить математический анализ прикладных задач с использованием аппарата общей теории уравнений математической физики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математические модели природных систем» входит в блок дисциплин обязательной части учебного плана.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы оптимизации», «Непрерывные математические модели», «Общая теория рядов Фурье» и служит основой для освоения дисциплин: «Математическое моделирование сложных систем», «Математические модели социально-экономических систем», «Математическое моделирование сложных систем».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Математические модели природных систем», должны

знать: место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях; современные проблемы математики, физики и экономики; теоретические модели рассуждений, поведения, обучения в когнитивных науках; новейшие открытия в области когнитивных наук; постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем; взаимосвязь и фундаментальное единство естественных наук.

уметь: эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы; представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания; работать на современной электронно-вычислительной технике; абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных природных и общественных явлений; планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента.

владеть навыками: самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике; математического моделирования поведения, рассуждений и обучения.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО):

общепрофессиональных:

ОПК-3 способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

профессиональных:

ПК-1 способен публично представлять собственные и известные научные результаты

ПК-2 способен активно участвовать в построении и исследовании новых математических моделей в естественных науках и определять возможные области их применения

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	144 (4 з.е.)	144 (4 з.е.)	-
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего)	56	24	-
в том числе:			
Лекции	28	12	-
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	28	12	-
Лабораторные работы	-	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	18	18	-
Самостоятельная работа студента (всего)	88	120	-
Форма аттестации	экзамен	экзамен	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Моделирование как метод познания.

Цели и задачи моделирования. Понятие “модель”. Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Компьютерная модель.

Тема 2. Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием.

Понятие “математическая модель”. Различные подходы к классификации математических моделей. Характеристики

- моделируемого явления. Уравнения математической модели. Внешние и внутренние характеристики математической модели. Замкнутые математические модели.
- Тема 3. Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии.
Модели движения материальной точки Аристотеля и Галилея. Модели Солнечной системы Птолемея, Коперника, Кеплера. Простейшая демографическая модель.
Модель многоотраслевой экономики Леонтьева. Простейшая модель боевого взаимодействия Ланчестера. Модель конкуренции. Модель хищник-жертва.
- Тема 4. Технология математического моделирования и его этапы.
Составление модели. Проверка замкнутости модели. Идентификация модели. Системы измерения и наблюдаемость модели относительно системы измерения. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели. Численный эксперимент. Верификация и эксплуатация модели.
- Тема 5. Имитационное моделирование.
Имитационные модели и системы. Область и условия применения. Этапы построения имитационной модели. Критерии оценки адекватности модели. Отличительные признаки методов математического и имитационного моделирования. Имитационные эксперименты. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей. Примеры имитационных моделей.
- Тема 6. Моделирование стохастических систем.
Моделирование случайных процессов. Стохастические методы в статистической физике. Понятие марковского процесса (марковская цепь). Броуновская динамика. Генераторы случайных чисел. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения. Метод статистических испытаний. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Хаотическое движение динамических систем.
- Тема 7. Моделирование сложных организационно-технических систем.
Особенности моделирования сложных организационно-технических систем. Математические и гуманитарные методы прогноза, их взаимодействие

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Тема 1.	Моделирование как метод познания.	2	1	-
Тема 2.	Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием.	2	1	-
Тема 3.	Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии.	4	2	-
Тема 4.	Технология математического моделирования и его этапы.	4	2	-
Тема 5.	Имитационное моделирование.	4	2	-
Тема 6.	Моделирование стохастических систем.	6	2	-
Тема 7.	Моделирование сложных организационно-технических систем.	6	2	-
Итого:		28	12	-

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Тема 1.	Моделирование как метод познания.	2	1	-
Тема 2.	Важнейшие понятия, связанные с математическим моделированием.	2	1	-
Тема 3.	Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии.	4	2	-
Тема 4.	Технология математического моделирования и его этапы.	4	2	-
Тема 5.	Имитационное моделирование.	4	2	-
Тема 6.	Моделирование стохастических систем.	6	2	-
Тема 7.	Моделирование сложных организационно-технических систем.	6	2	-
Итого:		28	12	-

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Тема 1.	Моделирование как метод познания.	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания; подготовка к экзамену	12	16	-
Тема 2.	Важнейшие понятия, связанные	подготовка к контрольной работе; выполнение	12	16	-

	с математическим моделированием.	индивидуального задания; подготовка к экзамену			
Тема 3.	Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии.	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания; подготовка к экзамену	12	16	-
Тема 4.	Технология математического моделирования и его этапы.	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания; подготовка к экзамену	12	16	-
Тема 5.	Имитационное моделирование.	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания; подготовка к экзамену	12	16	-
Тема 6.	Моделирование стохастических систем.	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания; подготовка к экзамену	12	20	
Тема 7.	Моделирование сложных организационно-технических систем.	подготовка к контрольной работе; выполнение индивидуального задания; подготовка к экзамену	16	20	-
Итого:			88	120	-

4.7. Курсовые работы/проекты

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и

которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором или преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- фронтальные и индивидуальные опросы;
- контрольные работы;
- защита индивидуальных заданий.

Фонды оценочных средств, включающие типовые индивидуальные задания, контрольные работы, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена, включающего теоретические вопросы и практические задания. В случае неполного, спорного или некорректного выполнения задания письменного экзамена, допускается уточняющий устный опрос студента, на основании которого возможна корректировка оценки результатов промежуточной аттестации. Допуск к промежуточной аттестации производится на основании положительных результатов по всем формам текущего контроля.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

Бахвалов Л.А., Моделирование систем : Учебное пособие для вузов / Бахвалов Л.А. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. - ISBN 5-7418-0402-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741804020.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Братусь А.С., Динамические системы и модели в биологии / Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111928.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Голицын Г.С., Природные процессы и явления: волны, планеты, конвекция, климат, статистика / Голицын Г.С. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 344 с. - ISBN 5-9221-0548-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922105485.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Строгалева В.П., Имитационное моделирование : учебное пособие / В.П. Строгалева, И.О. Толкачева - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018.

- 295 с. - ISBN 978-5-7038-4825-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703848258.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем [Текст] / Н. П. Бусленко. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1978. - 400 с.

Григорьев В. И. Силы в природе [Текст] / В. И. Григорьев, Г. Я. Мякишев. - 5-е изд., перераб. - М. : Наука, 1977. - 415 с.

Емельянов В.В., Теория и практика эволюционного моделирования / Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 432 с. - ISBN 5-9221-0337-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103377.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Лыкосов В.Н., Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы : Учеб. пособие / Лыкосов В.Н. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2012. - 408 с. (Серия "Суперкомпьютерное образование") - ISBN 978-5-211-06341-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211063419.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Оленев В. Л. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. Л. Оленев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : ГУАП, 2015. - 95 с.

Половинкина Ю.С., Обыкновенные дифференциальные уравнения: моделирование задач естествознания и экономики / Ю.С. Половинкина - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 214 с. - ISBN 978-5-261-00996-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261009962.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Смит Джон М. Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей [Текст] / Смит Джон М. ; пер. с англ. Н. П. Ильиной ; под ред. О. А. Чембровского. - М. : Машиностроение, 1980. - 271 с.

Советов Б. Я. Моделирование систем [Текст] : учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2001.

Хренников А.Ю., Неархимедов анализ и его приложения / Хренников А.Ю. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 216 с. - ISBN 5-9221-0191-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101919.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

в) методические указания:

Кочевский А.А. Математические модели природных систем: Учебное пособие (для студентов, обучающихся по направлению 01.04.02 Прикладная

математика и информатика) / А.А. Кочевский, В.В. Малый, В.С. Щелоков – Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 138 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации – <https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird

Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/