

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета _____

Трещев И.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математическое моделирование»

Направление подготовки	<i>01.04.02 "Прикладная математика и информатика"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Математическое моделирование</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Прикладная математика»</i>

Комсомольск-на-Амуре 2022

Разработчик рабочей программы:

Доцент. каф. ПМ, к.ф-м.н., доцент
(должность, степень, ученое звание)

_____ (подпись)

Григорьев Я.Ю.
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Прикладная математика
(наименование кафедры)

_____ (подпись)

Григорьева А.Л.

_____ (ФИО)

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 13 от 10.01.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Математика и информатика в образовании и науке» по направлению подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика".

Практическая подготовка реализуется на основе:

ПС: 01.001 "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего среднего общего образования)(воспитатель, учитель)", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. N 544н

Обобщенная трудовая функция 3.2 Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ

40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам.

Задачи дисциплины	освоение необходимого математического аппарата, с помощью которого разрабатываются и исследуются модели объектов в различных отраслях профессиональной деятельности. Формирование способности критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
Основные разделы / темы дисциплины	Математическое моделирование: Понятие математической модели. Методологические основы моделирования, Основные понятия исследования операций. Математическая модель операции. Построение модели исследования операций. Эффективность и оптимальность. Построение критериев, Эффективность и оптимальность. Понятие о многокритериальной оптимизации, Задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация. Примеры задач линейного программирования (ЗЛП). Построение задач линейного программирования. Геометрический метод решения. Свойства задач линейного программирования. Основные теоремы. Симплекс-метод решения ЗЛП. Двойственность в линейном программировании. Двойственный симплекс-метод. Анализ ЗЛП на чувствительность. Транспортная задача. Метод потенциалов. Модификация транспортных задач, Решение транспортных задач методом потенциалов, Сетевые задачи. Построение сетевых графиков. Нахождение потока в сети. Моделирование интеллектуальных систем. Представление задач в пространстве состояний. Python. Инструмент PyTorch. Нейрон. Сумматор. Функция активации. Создание нейрона и тривиальной нейронной сети для решения логических задач. Однослойная нейронная сеть. Функция потерь. Задача регрессионного моделирования. Методы оптимизации. Реализация метода градиентного спуска. Бинарная классификация. Бинарная кросс-энтропия. Решение задач бинарной классификации изображений. Локализация. Детектирование, Сегментация. Решение задачи локализации объекта на изображении.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	<p>ОПК-1.1 Знает методы решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики, методы математического моделирования</p> <p>ОПК-1.2 Умеет применять методы фундаментальной и прикладной математики для решения задач; применять методы математического моделирования к решению конкретных задач</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками анализа математических проблем; навыками разработки новых математических моделей</p>	<p><i>Знать:</i> принципы построения математических моделей и методы их решения.</p> <p><i>Уметь:</i> применять методы прикладной и фундаментальной математики для построения математических моделей применимых к решению конкретных задач</p> <p><i>Владеть:</i> навыками использования разработки математических моделей и применения аппарата математического моделирования к решению задач</p>
ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	<p>ОПК-2.1 Знает современные математические методы для решения прикладных задач</p> <p>ОПК-2.2 Умеет обосновывать выбор современных математических методов для решения профессиональных задач с помощью разработки прикладного программного обеспечения</p> <p>ОПК-2.3 Владеет навыками применения новых математических методов для разработки оригинальных алгоритмов и программных средств для решения прикладных задач</p>	<p><i>Знать:</i> современные математические методы направленные на решение практических задач</p> <p><i>Уметь:</i> совершенствовать и реализовывать математические методы</p> <p><i>Владеть:</i> принципами математического моделирования решения прикладных задач, в том числе реализации новых методов</p>
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<p>ОПК-3.1 Знает основные задачи и области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования и методики исследования моделей, основные принципы математического моделирования</p> <p>ОПК-3.2 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе ме-</p>	<p><i>Знать:</i> основные особенности объектов моделирования и методы анализа моделей</p> <p><i>Уметь:</i> осуществлять постановку задачи математического моделирования и анализировать полученные решения в области профессиональной деятельности</p> <p><i>Владеть:</i> методами анализа математических моделей при</p>

	<p>тодов математического моделирования; выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей; строить и исследовать математические модели</p> <p>ОПК-3.3 Владеет методами исследования математических моделей; навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям</p>	<p>решении задач в области профессиональной деятельности</p>
--	--	--

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 01.04.02 - Прикладная математика и информатика / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Математическое моделирование» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий, практикумов, лабораторных работ, выполнения курсовых проектов / работ, иных видов учебной деятельности.

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Математическое моделирование» изучается на 1 курсе(ах) в 1 и 2 семестре(ах).

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10 з.е., 360 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 128 ч., промежуточная аттестация в форме экзамена 70 ч., самостоятельная работа обучающихся, 162 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Понятие математической модели. Методологические основы моделирования.	2		2			10
Основные понятия исследования операций. Математическая модель операции.	2		3			15

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Построение модели исследования операций. Эффективность и оптимальность. Построение критериев.	2		3			10
Эффективность и оптимальность. Понятие о многокритериальной оптимизации.	2		3*			15
Задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация. Примеры задач линейного программирования (ЗЛП).	2		3			15
Построение задач линейного программирования. Геометрический метод решения.	1		3*			15
Свойства задач линейного программирования. Основные теоремы. Симплекс-метод решения ЗЛП.	1		3			
Двойственность в линейном программировании. Двойственный симплекс-метод. Анализ ЗЛП на чувствительность.	1		3			
Транспортная задача. Метод потенциалов. Модификация транспортных задач.	1		3*			
Решение транспортных задач методом потенциалов.	1		3			
Сетевые задачи. Построение сетевых графиков. Нахождение потока в сети.	1		3			
Экзамен	-	-	-	-	35	-
Моделирование интеллектуальных систем. Представление задач в пространстве состояний.	3					
Python. Инструмент PyTorch			8*			
Нейрон. Сумматор. Функция активации. Создание нейрона и тривиальной нейронной сети для решения логических задач.	2		4			
Однослойная нейронная сеть. Функция потерь. Задача регрессионного моделирования.	2		4			
Методы оптимизации. Реализация	3		4			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
метода градиентного спуска.						
Бинарная классификация. Бинарная кросс-энтропия. Решение задач бинарной классификации изображений.	3		8			
Локализация. Детектирование, Сегментация. Решение задачи локализации объекта на изображении.	3		8*			
<i>Экзамен</i>	-	-	-	-	35	-
ИТОГО по дисциплине	32	:	96 в том числе в форме практической подготовки: 25	-	-	80

* реализуется в форме практической подготовки

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 01.04.02 - Прикладная математика и информатика / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Т.В. Зверева. Теория системного анализа и принятия решений: учеб.-метод. пособие / Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2006. – 91 с.

2. О.М. Воротникова. Математическое моделирование: учеб.-метод. пособие / Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2002. – 159 с.
3. РД 013-2016 \"Текстовые студенческие работы. Правила оформления\" // https://knastu.ru/media/files/page_files/page_425/omk/rd/RD_013-2016_izm.1.pdf
4. Логинов В.Н., Литвинцева З.К., Широкова З.В. Математика. Экономико-математические методы. учеб.-метод. пособие / Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2004. – 91 с.
5. Абарникова, Е.Б. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Б. Абарникова. — Комсомольск-на-Амуре.: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2004. — 76 с. // Виртуальная библиотека ИНИТ. – Режим доступа: <http://www.initkms.ru/library/readbook/110130/1>, свободный. – Загл.с экрана.
6. Амосов О.С. Интеллектуальные информационные системы нейронные сети и нечеткие системы: учебное пособие / Е.Б. Абарникова. — Комсомольск-на-Амуре.: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2005. — 122 с. // Виртуальная библиотека ИНИТ. – Режим доступа: <http://www.initkms.ru/library/readbook/1101306/1>, свободный. – Загл.с экрана.

6.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 01.04.02 - Прикладная математика и информатика / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета

<https://knastu.ru/page/3244>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) *01.00.00 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА*

<https://knastu.ru/page/539>

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

7.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

7.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

7.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

7.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;

- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.5 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
	Мультимедийный класс	персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, возможность выхода в Интернет

8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 01.04.02 - Прикладная математика и информатика / Рабочий учебный план / Реестр ПО.*

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

8.2 Учебно-лабораторное оборудование

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
	Мультимедийный класс	персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, возможность выхода в Интернет

При реализации дисциплины «Теория решения экстремальных задач» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, указанное в договорах о практической подготовке или договорах о сетевом взаимодействии.

8.3 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.2.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- зал электронной информации НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы факультета.

9 Другие сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.