

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета _____

И. А. Трещев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Уравнения математической физики

Направление подготовки	<i>01.03.04 – «Прикладная математика»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Математическое и компьютерное моделирование</i>

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

Разработчик рабочей программы:

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

_____ (подпись)

А.Л. Григорьева
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
«Прикладная математика»
(наименование кафедры)

_____ (подпись)

А.Л. Григорьева
(ФИО)

Заведующий выпускающей
кафедрой¹ _____
(наименование кафедры)

_____ (подпись)

_____ (ФИО)

¹ Согласовывается, если РПД разработана не на выпускающей кафедре.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Уравнения математической физики» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 809н от 28.10.2014 г., и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Математическое и компьютерное моделирование» по направлению подготовки «Прикладная математика».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 06.022 Системный аналитик (Зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 24 ноября 2014 года, регистрационный N 34882) Обобщенная трудовая функция: С. Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> • Дать студентам теоретические знания по основным разделам курса. • Научить студентов решению задач по соответствующим разделам курса. • Предоставить студентам задания для самостоятельного выполнения и проконтролировать качество их решения. • Проконтролировать полученные знания, умения и навыки.
Основные разделы / темы дисциплины	Уравнения в частных производных второго порядка. Специальные функции.

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

Процесс изучения дисциплины «Уравнения математической физики» 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
Универсальные		
Общепрофессиональные		
ОПК-2 Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и	ОПК-2.1 Знает основные математические методы, применяемые для решения исследовательских и проектных задач; ОПК-2.2 Умеет осуществлять проверку адекватности математических моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем; ОПК-2.3 Владеет навыками выбора, доработки и применения математических методов и моделей для решения	<i>Знать:</i> основные понятия уравнений математической физики; <i>Уметь:</i> применять методы вычислительной математической физики при решении инженерных задач; <i>Владеть:</i> навыком применения методов математической физики для решения стандартных задач

качество функционирования систем	исследовательских и проектных задач;	в профессиональной деятельности;
Профессиональные		

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

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 / 01.03.04 Прикладная математика/Оценочные материалы*).

Дисциплина «Основы вычислительной математики» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем выполнения РГР.

Дисциплина «Уравнения математической физики» в рамках воспитательной работы направлена: формирование умения аргументировать, самостоятельно мыслить; развитие творчества, профессиональных умений; формирование системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

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 «Основы вычислительной математики» изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 48 ч., промежуточная аттестация в форме экзамена 35 ч., самостоятельная работа обучающихся 96 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Тема Понятие уравнения в частных производных. Порядок уравнения; квазилинейное, линейное, однородное, неоднородное уравнения. Понятие решения уравнения. Примеры уравнений в частных производных.	1	2		6

<p>Тема Основные физические процессы и их уравнения. Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа. Уравнения колебаний струны и мембраны, их физический смысл.</p>	1	2*		6
<p>Тема Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа (перечислить). Выбор единственного частного решения основных уравнений математической физики из их бесчисленного множества. Граничные и начальные дополнительные условия. Понятие корректно поставленной задачи.</p>	1	2		6
<p>Тема Собственные значения и собственные векторы матриц. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Типы уравнений второго порядка.</p>	1	2		6
<p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Переход $x, y \rightarrow \xi, \eta$. Выражения функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$ через $A(x, y), B(x, y), C(x, y)$. Обоснование неизменности типа уравнения в новых переменных.</p>	1	2		6
<p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение гиперболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.</p>	1	2		6
<p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение параболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид. Уравнение эллиптического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.</p>	1	2		6
<p>Тема Постановка основных задач математической физики: граничные и начальные условия для задачи о поперечных колебаниях струны; граничные условия для</p>	1	2*		6

задачи о продольных колебаниях пружины; три основных типа граничных условий. Три основных типа граничных условий; однородные граничные условия; специфический характер граничных условий в задачах о колебании кольца и нагруженной пружины; понятия первой, второй, третьей краевых задач, смешанной краевой задачи; пример полной постановки задачи для уравнения свободных колебаний струны. Предельные случаи полной задачи (задача Коши, задача без начальных условий).				
Тема Задача Коши для одномерного волнового уравнения: формула Даламбера. Физическая интерпретация формулы Даламбера; характеристический треугольник. Неоднородное уравнение колебаний.	0,5	1		6
Тема Задача Коши для трехмерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона; принцип Гюйгенса.	0,5	1		6
Тема Задача Коши для двумерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона. Метод спуска. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения в случае трех и двух пространственных переменных.	0,5	1		6
Тема Уравнение Лапласа: понятие гармонической функции; фундаментальное решение. Формулы Грина. Уравнение Лапласа: основные свойства гармонических функций; теорема о среднем.	1	2*		3
Тема Уравнение Лапласа: теорема о максимуме и минимуме. Постановка основных задач для уравнения Лапласа. Функция Грина, ее свойства. Формула Пуассона для шара и круга.	1	2*		3
Тема Уравнение теплопроводности: физическая природа; постановка основных задач; пример полной постановки задачи для одномерного случая; предельные случаи задач. Принцип максимума. Задача Коши, фундаментальное решение. Тема Понятие уравнения в частных производных. Порядок уравнения; квазилинейное, линейное, однородное, неоднородное уравнения. Понятие решения уравнения. Примеры уравнений в частных производных.	1	2		6

<p>Тема Основные физические процессы и их уравнения. Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа. Уравнения колебаний струны и мембраны, их физический смысл.</p> <p>Тема Уравнения колебаний, теплопроводности, диффузии, Максвелла, Лапласа (перечислить). Выбор единственного частного решения основных уравнений математической физики из их бесчисленного множества. Граничные и начальные дополнительные условия. Понятие корректно поставленной задачи.</p>	1	2		3
<p>Тема Собственные значения и собственные векторы матриц. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Типы уравнений второго порядка.</p> <p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Переход $x, y \rightarrow \xi, \eta$. Выражения функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$ через $A(x, y), B(x, y), C(x, y)$. Обоснование неизменности типа уравнения в новых переменных.</p> <p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение гиперболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.</p>	1	2		3
<p>Тема Приведение к каноническому виду уравнения второго порядка с двумя независимыми переменными. Уравнение параболического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид. Уравнение эллиптического типа: обоснование выбора функций $\bar{A}(\xi, \eta), \bar{B}(\xi, \eta), \bar{C}(\xi, \eta)$, канонический вид.</p> <p>Тема Постановка основных задач математической физики: граничные и начальные условия для задачи о поперечных колебаниях струны; граничные условия для</p>	0,5	2		2

задачи о продольных колебаниях пружины; три основных типа граничных условий. Три основных типа граничных условий; однородные граничные условия; специфический характер граничных условий в задачах о колебании кольца и нагруженной пружины; понятия первой, второй, третьей краевых задач, смешанной краевой задачи; пример полной постановки задачи для уравнения свободных колебаний струны. Предельные случаи полной задачи (задача Коши, задача без начальных условий).				
Тема Задача Коши для одномерного волнового уравнения: формула Даламбера. Физическая интерпретация формулы Даламбера; характеристический треугольник. Неоднородное уравнение колебаний. Тема Задача Коши для трехмерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона; принцип Гюйгенса.	0,5	2		2
Тема Задача Коши для двумерного волнового уравнения: формула Пуассона. Физический смысл формулы Пуассона. Метод спуска. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения в случае трех и двух пространственных переменных. Тема Уравнение Лапласа: понятие гармонической функции; фундаментальное решение. Формулы Грина. Уравнение Лапласа: основные свойства гармонических функций; теорема о среднем.				2
Тема Уравнение Лапласа: теорема о максимуме и минимуме. Постановка основных задач для уравнения Лапласа. Функция Грина, ее свойства. Формула Пуассона для шара и круга. Тема Уравнение теплопроводности: физическая природа; постановка основных задач; пример полной постановки задачи для одномерного случая; предельные случаи задач. Принцип максимума. Задача Коши, фундаментальное решение.	0,5			2
ИТОГО по дисциплине	16	32		96

* 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 / 01.03.04 Прикладная математика / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Отсутствуют

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 / 01.03.04 Прикладная математика / 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 и расписанием 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 наиважнейшему 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)

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Mathcad Education	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012
Microsoft Office Standard для ФКТ	Договор АЭ44№ 003/7 от 23.07.2018

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 / 01.03.04 Прикладная математика / 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

Отсутствует

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).

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

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 Иные 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, со-

здании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся 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.