ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рег. № МА. 10-50. ТО
29.09.2015г.

УТВЕРЖДАЮ:
РЕКТОР А.С. ДЕНИСОВ
(подпись)
29 сентября 2015г.
(дата)

Рабочая учебная программа дисциплины

(курс по выбору)

Б1.В.ДВ2.2 Математический анализ в научных исследованиях

Направление подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Программа аспирантуры – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения - очная (заочная)

Семестр и форма контроля	форма обучения:		Вид занятий и количество часов	форма обучения:	
	очная	заочная		очная	заочная
Год обучения	2	3	лекции, час	**26**	**26**
экзамен	-	-	практические занятия, час	**28**	**28**
зачёт	зачёт	зачёт	лабораторные занятия, час	-	-
			всего аудиторных занятий, час	**54**	**54**
индивидуальное задание	-	-	самостоятельная работа, час	**54**	**54**
реферат	-	-	**Итого по дисциплине**, час (ЗЕТ)	**108 (3)**	**108 (3)**

Рабочая программа составлена на основании: приказов Минобрнауки России: от 16.03.2011, №1365, от 30.07.2014, №871 , от 30.04.2015, № 464 от 29.05.2015 рег. №37451, дата публикации 02.06.2015;ФГОС ВО рег. № 33916 от 01.09.2014, дата публикации: 28.01.2015

Новосибирск 2015

Цель изучения дисциплины: формирование исследовательской компетентности путем освоения теоретических знаний и практических навыков в области применения математических методов в задачах моделирования, диагностирования и технического обслуживания машин в АПК.

Задачи изучения дисциплины: овладеть современными математическими методами моделирования работы машин, анализа и обработки экспериментальных данных, необходимых при формирования основных закономерностей связанных с диагностированием и техническим обслуживанием машин в сельском хозяйстве.

Требования к уровню освоения учебной дисциплины

Дисциплина Математический анализ в научных исследованиях направлена на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональных (ОПК)

- способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты (ОПК-1);

профессиональных (ПК)

- готовностью к овладению методологией теоретических и экспериментальных исследований технических систем (ПК-1);
- способностью применять фундаментальные и прикладные инженерно-технические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (ПК-2).

Аспиранту (соискателю) необходимо продемонстрировать знания:

- системы терминов; понимание структурных отношений между понятиями и терминами;
- основных источников знания и понимание их возможностей;
- основ применения математических методов в задачах диагностирования и технического обслуживания машин в АПК;
- основных теоретических понятий, идей, гипотез, закономерностей, концепций, методологических подходов и оснований.

Аспиранту (соискателю) необходимо показать владение умениями:

- характеризовать, описывать, раскрывать сущность явлений, пользуясь принятой научной терминологией;
- описывать факты, эмпирическую действительность, используя научную лексику, общепринятые научные понятия и определения;
- оценивать идеи, концепции, теории, выделять в концепциях и теориях ведущие идеи, определять их значение для развития науки и практики;
- сравнивать и оценивать различные научные подходы к решению научных задач разных типов (прикладных, исследовательских, методических, технологических и технических);
- формулировать и обосновывать собственную научную позицию в той или иной теоретической и проблемной области технического обслуживания машин в сельском хозяйстве.

Принципы отбора содержания и организации учебного материала:

Отбор учебного материала обусловлен ведущими принципами подготовки кадров высшей квалификации в системе послевузовского профессионального педагогического образования и связями данной дисциплины с другими дисциплинами научной специальности:

- фундаментализации, определяющий концентрацию учебного материала вокруг основных категорий педагогики;
- гуманизации, обусловливающий диалогичность учебного материала, ориентирующую аспирантов на сопоставление различных точек зрения, позиций, концепций;

- гуманитаризации, проявляющейся в обосновании ценностных основ теоретических построений, в развитии профессионально-личностной рефлексии;
- практико-ориентированности (технологичности), направленной на реализацию методологической взаимосвязи науки и практики.

Основное содержание дисциплины:

I. Уравнения с частными производными

1. Математические модели физических задач, приводящие к уравнениям математической физики. Основные уравнения математической физики.
2. Постановка задач для уравнений математической физики. Корректно и не корректно поставленные задачи.
3. Приведение к каноническому виду гиперболического уравнения 2-го порядка с двумя независимыми переменными. Задача Коши и смешанная задача в квадрате для полученной системы уравнений. Теорема существования и единственности.
4. Одномерное волновое уравнение (струна). Постановка задачи и формулы для ее решения.
5. Получение решения неоднородного волнового уравнения методом толчков (интеграл Дюамеля).
6. Интеграл энергии. Теорема единственности решения задачи Коши и смешанной задачи.
7. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Формула Грина.
8. Принцип максимума для эллиптических уравнений 2-го порядка. Единственность решения задачи Дирихле и задачи Неймана.
9. Краевые задачи для уравнения Лапласа в шаре и в полупространстве. Формула Грина.
10. Преобразование Фурье. Формула Фурье.
11. Решение с помощью преобразования Фурье задачи Коши с постоянными коэффициентами.
12. Применение метода Фурье к решению первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.
13. Решение уравнения Лапласа в пространстве методом Фурье.

II. ***Методы вычислений***

1. Численные методы линейной алгебры. Вычисление наибольшего по модулю собственного значения матрицы. Прямые и итерационные методы. Способы ускорения сходимости. Градиентные методы. Методы ортогонализации.
2. Основные численные методы: метод конечных разностей и конечных объемов, метод конечных элементов. Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Теорема о сходимости. Корректность постановок краевых задач при их численной аппроксимации.
3. Специальные численные алгоритмы: метод частиц в ячейках и метод статистических испытаний, метод граничных элементов. Их свойства и особенности применения.

4. Основные численные алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Рунге-Кутта и Адамса, методы типа Розенброка, А-устойчивые методы.

5. Метод линеаризации для решения нелинейных задач. Обобщение метода приближенной факторизации и схем расщепления на нелинейные многомерные уравнения.

6. Методы решения стационарных задач математической физики. Основные итерационные алгоритмы решения стационарных задач: простейший итерационный метод, метод верхней релаксации, градиентные итерационные методы.

III. ***Элементы математического моделирования***

1. Основные понятия моделирования. Основы теории подобия и верификации моделей. Технологическая цепочка моделирования. Основные этапы моделирования. Постановка задач и определение типа модели. Требования к моделям. Построение математической, алгоритмической, программной моделей и численного алгоритма. Обоснования корректности моделей.

2. Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований. Требования, предъявляемые к ПО со стороны исследователей в период разработки программ.

3. Прикладное программное обеспечение научных исследований. Формы представления комплексов прикладных программ: библиотека, пакет прикладных программ (ППП), диалоговая система.

4. Технология разработки комплексов прикладных программ. Структурное проектирование программ. Применение инструментальных средств разработки ППП и диалоговых систем.

5. Структура и содержание учебной дисциплины:

6. Табл.1. Тематический план учебной дисциплины (очная/заочная форма)

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов				Формируемые компетенции (УК, ОПК)
		Лекции (Л)	Вид занятия (ЛР, ПЗ)	Самостоятельная работа (СР)	Всего по теме	
1	2	3	4	5	6	7
1	***Уравнение с частными производными***	8	8	10	**26**	ОПК-1, ПК-1, ПК-2
2	***Методы вычислений***	10	10	22	**42**	ОПК-1, ПК-1, ПК-2
3	***Элементы математического моделирования***	8	10	13	**31**	ОПК-1, ПК-1, ПК-2
	Подготовка к зачету			9	**9**	ОПК-1, ПК-1, ПК-2
	Итого	26	28	54	**108**	

План лекционных занятий

№ п/п	Тема и основные вопросы	Кол-во часов
1	2	3
1.	Численные методы линейной алгебры. Вычисление наибольшего по модулю собственного значения матрицы. Прямые и итерационные методы. Способы ускорения сходимости. Градиентные методы. Методы ортогонализации.	4
2	Основные численные методы: метод конечных разностей и конечных объемов, метод конечных элементов. Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Теорема о сходимости. Корректность постановок краевых задач при их численной аппроксимации. Специальные численные алгоритмы: метод частиц в ячейках и метод статистических испытаний, метод граничных элементов. Их свойства и особенности применения.	4
3	Основные численные алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Рунге-Кутта и Адамса, методы типа Розенброка, А-устойчивые методы. Метод линеаризации для решения нелинейных задач. Обобщение метода приближенной факторизации и схем расщепления на нелинейные многомерные уравнения.	2
4	Методы решения стационарных задач математической физики. Основные итерационные алгоритмы решения стационарных задач: простейший итерационный метод, метод верхней релаксации, градиентные итерационные методы. Математические модели физических задач, приводящие к уравнениям математической физики. Основные уравнения математической физики. Постановка задач для уравнений математической физики. Корректно и не корректно поставленные задачи.	2
5	Приведение к каноническому виду гиперболического уравнения 2-го порядка с двумя независимыми переменными. Задача Коши и смешанная задача в квадрате для полученной системы уравнений. Теорема существования и единственности.	4
6	Одномерное волновое уравнение (струна). Постановка задачи и формулы для ее решения. Получение решения неоднородного волнового уравнения методом толчков (интеграл Дюамеля). Интеграл энергии. Теорема единственности решения задачи Коши и смешанной задачи. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Формула Грина. Принцип максимума для эллиптических уравнений 2-го порядка. Единственность решения задачи Дирихле и задачи Неймана.	2
7	Краевые задачи для уравнения Лапласа в шаре и в полупространстве. Формула Грина. Преобразование Фурье. Формула Фурье. Решение с помощью преобразования Фурье задачи Коши с постоянными коэффициентами. Применение метода Фурье к решению первой краевой задачи для уравнения теплопроводности. Решение уравнения Лапласа в про-	2

	странстве методом Фурье.	
8	Основные понятия моделирования. Основы теории подобия и верификации моделей. Технологическая цепочка моделирования. Основные этапы моделирования. Постановка задач и определение типа модели. Требования к моделям. Построение математической, алгоритмической, программной моделей и численного алгоритма. Обоснования корректности моделей.	2
9	Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований. Требования, предъявляемые к ПО со стороны исследователей в период разработки программ. Прикладное программное обеспечение научных исследований. Формы представления комплексов прикладных программ: библиотека, пакет прикладных программ (ППП), диалоговая система. Технология разработки комплексов прикладных программ. Применение инструментальных средств разработки ППП и диалоговых систем.	4
Всего часов		**26**

Перечень практических занятий

№ практ. занятия	**Наименование работы**	**Кол-во часов**
1	**2**	**3**
1	Одномерное волновое уравнение (струна). Постановка задачи и формулы для ее решения.	4
2	Получение решения неоднородного волнового уравнения методом толчков (интеграл Дюамеля).	4
3	Решение с помощью преобразования Фурье задачи Коши с постоянными коэффициентами.	4
4	Применение метода Фурье к решению первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.	4
5	Основные численные алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Рунге-Кутта и Адамса, методы типа Розенброка, А-устойчивые методы.	4
6	Метод линеаризации для решения нелинейных задач. Обобщение метода приближенной факторизации и схем расщепления на нелинейные многомерные уравнения.	4
7	Методы решения стационарных задач математической физики. Основные итерационные алгоритмы решения стационарных задач: простейший итерационный метод, метод верхней релаксации, градиентные итерационные методы.	4
Всего часов		**28**

Темы, выносимые на самостоятельное обучение

1. Интеграл энергии. Теорема единственности решения задачи Коши и смешанной задачи.	2
2. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Формула Грина.	6
3. Принцип максимума для эллиптических уравнений 2-го порядка. Единственность решения задачи Дирихле и задачи Неймана.	6
4. Численные методы линейной алгебры. Вычисление наибольшего по модулю собственного значения матрицы. Прямые и итерационные методы. Способы ускорения сходимости. Градиентные методы. Методы ортогонализации.	6
5. Основные численные методы: метод конечных разностей и конечных объемов, метод конечных элементов. Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Теорема о сходимости. Корректность постановок краевых задач при их численной аппроксимации.	7
6. Специальные численные алгоритмы: метод частиц в ячейках и метод статистических испытаний, метод граничных элементов. Их свойства и особенности применения.	6
7. Основные численные алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Рунге-Кутта и Адамса, методы типа Розенброка, А-устойчивые методы.	8
8. Методы решения стационарных задач математической физики. Основные итерационные алгоритмы решения стационарнбых задач: простейший итерационный метод, метод верхней релаксации, градиентные итерационные методы.	6
9. Подготовка к зачету	9
Всего часов самостоятельной работы	**54**

Критерии оценки:

Основные критерии оценки знаний по дисциплине при итоговом контроле:

- глубина, систематичность, конкретность, осознанность, логичность и четкость изложения, полнота и прочность знаний программного материала.

Глубина - характеризует осознание аспирантами связей между изучаемыми объектами при решении проблемной ситуации исследовательского характера.

Систематичность - предполагает последовательность и логическое построение всей совокупности знаний по изучаемой дисциплине.

Конкретность - связана с умением конкретизировать задачу, пользуясь обобщенным знаниями.

Осознанность - восприятие знаний в их логической взаимосвязи.

Технологии освоения программы:

- технология критического мышления.
- диалоговые технологии.
- технологии работы с текстами.
- компьютерные телекоммуникационные технологии;
- анализ текстов диссертационных исследований и авторефератов;
- формулирование вопросов для дискуссии;
- написание статей;
- подготовка тезисов, выступлений, презентаций;

- традиционные технологии (лекции, семинарские занятия) сочетаются с лабораторными занятиями при активном использовании интернет-технологий;
- создаются условия для возможного участия в международных конференциях по педагогическим исследованиям;
- организуется ежегодная научно-практическая конференция по итогам исследований аспирантов.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельную работу целесообразно начать со знакомства с различными учебными пособиями, как новейшими, так и прошлых лет. Часы, отведенные на самостоятельную работу, используются на выполнение самостоятельных заданий по лекционному курсу и на подготовку к практическим занятиям, на которые могут быть вынесены как вопросы для углубления знаний лекционного курса, так и темы для самостоятельного изучения.

Типовые задания для самостоятельной работы:

- сопоставление научных концепций;
- реферирование, цитирование, конспектирование источников;
- подготовка теоретических обзоров;
- написание статей, составление тезисов статей;
- составление тематических списков литературы;
- анализ авторефератов, диссертаций;
- освоение методики.

Аттестация:

Вопросы к сдаче зачета по дисциплине.

1. Численные методы линейной алгебры. Вычисление наибольшего по модулю собственного значения матрицы. Прямые и итерационные методы. Способы ускорения сходимости. Градиентные методы. Методы ортогонализации.

2. Основные численные методы: метод конечных разностей и конечных объемов, метод конечных элементов. Аппроксимация, устойчивость и сходимость. Теорема о сходимости. Корректность постановок краевых задач при их численной аппроксимации.

2. Специальные численные алгоритмы: метод частиц в ячейках и метод статистических испытаний, метод граничных элементов. Их свойства и особенности применения.

3. Основные численные алгоритмы решения обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Рунге-Кутта и Адамса, методы типа Розенброка, А-устойчивые методы.

4. Метод линеаризации для решения нелинейных задач. Обобщение метода приближенной факторизации и схем расщепления на нелинейные многомерные уравнения.

5. Методы решения стационарных задач математической физики. Основные итерационные алгоритмы решения стационарных задач: простейший итерационный метод, метод верхней релаксации, градиентные итерационные методы.

6. Математические модели физических задач, приводящие к уравнениям математической физики. Основные уравнения математической физики.

7. Одномерное волновое уравнение (струна). Постановка задачи и формулы для ее решения.

8. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Формула Грина.

9. Краевые задачи для уравнения Лапласа в шаре и в полупространстве. Формула Грина.

10. Преобразование Фурье. Формула Фурье.Решение с помощью преобразования Фурье задачи Коши с постоянными коэффициентами.

11. Применение метода Фурье к решению первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.Решение уравнения Лапласа в пространстве методом Фурье.

12. Основные понятия моделирования. Основы теории подобия и верификации моделей. Технологическая цепочка моделирования. Основные этапы моделирования. Постановка задач и определение типа модели. Требования к моделям. Построение математической, алгоритмической, программной моделей и численного алгоритма. Обоснования корректности моделей.

13. Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований. Требования, предъявляемые к ПО со стороны исследователей в период разработки программ. Операционные системы: назначение, выполняемые функции.

14. Прикладное программное обеспечение научных исследований. Формы представления комплексов прикладных программ: библиотека, пакет прикладных программ (ППП), диалоговая система.

Перечень специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий, учебно-лабораторного оборудования

Н-306, Н-307, Н-308: Аудитории оснащены таблицами производных и неопределенных интегралов.

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа: учебник. В 2-х тт. Том 1. / Г.М. Фихгенгольц.– М.: Лань, 2015, – 448 с.
2. Марон И.А. Основы вычислительной математики: учеб.пособие. / И.А. Марон. – М.: Лань, 2011, – 672 с.

Дополнительная:

1. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М: Наука, 1980.

2. Говорухин В.Н., Цибулин В.Г. Введение в Maple. Математический пакет для всех. М.: Мир, 1997.

3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Т.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.

4. Карамышев В.Б. Монотонные схемы и их приложения в газовой динамике. Учебное пособие. Новосибирск, изд-во НГУ, 1994.

5. Гультяев А.К. Matlab 5.2 Имитационное моделирование в среде Windows. С.П.: Корона-принт, 1999.

6.Болотюк В.А. Практикум и индивидуальные задания по обыкновенным дифференциальным уравнениям: учеб пособие. / В.А. Болотюк, Л.А. Болотюк, Е.А. Швед, Ю.В. Щвец. – М.: Лань, 2014, – 224 с.

Информационное обеспечение

Электронные ресурсы

1. http://elibrary.ru/defaultx.asp
2. http://www.book.ru/
3. http://e.lanbook.com/
4. http://nsau.edu.ru/library/ebooks/829.html

Разработчик программы дисциплины:

Д-р физ.-мат. наук, профессор каф. высшей математики _____ Ершов И.В.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры высшей математики
(протокол № 133 от 15.09 2015 г.)

Зав. кафедрой ВиПМ _____ Бабин В.Н

Программа обсуждена и рассмотрена на ученом совете инженерного института НГАУ
(протокол № 2 от 29.09 2015 г.)

Председатель совета _____ Ю.Н. Блынский

Приложение 1

Лист регистрации изменений

№ п/п	Информация о внесенных изменениях	№ протокола заседания кафедры	Дата внесения	Подпись	Срок введения изменений в действие
1	2	3	4	5	6