

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени императора Петра I»



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине:

- Б1.В.ДВ.2.2 «Моделирование процессов работы машин и механизмов в АПК» для направления 35.04.06 «Агроинженерия», магистерской программы «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» — прикладная магистратура.

Квалификация (степень) выпускника — магистр

Факультет агроинженерный

Кафедра высшей математики и теоретической механики

Форма обучения	Зач. ед. / часов	Курс	Семестр	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовая работа (проект), сем.	Самостоятельная работа	Зачёт, сем.	Экзамен, сем.
Очная	3 / 108	1	2	10	—	—	26	—	72	2	—
Заочная	3 / 108	1	2	4	—	—	10	—	94	2	—

Преподаватель, подготовивший рабочую программу:  
к.т.н., доцент Москалев П.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 — «Агроинженерия» (уровень магистратуры), утверждённым приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. №1047 и зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации 9 октября 2015 г., регистрационный номер №39277.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры высшей математики и теоретической механики (протокол №1а от «19» октября 2015 г.).

Заведующий кафедрой



В.П. Шацкий

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол №2 от 21 октября 2015 г.).

Председатель  
методической комиссии



О.М. Костиков

## 1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

**Предмет дисциплины:** математические модели рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе.

**Цель дисциплины:** изучение эффективных методов построения математических моделей и навыков их анализа при исследовании рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе.

**Задача дисциплины:** обучение эффективным методам построения математических моделей рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе, а также их последующему анализу в практических задачах. В результате также достигается развитие логического, математического и алгоритмического мышления.

Значительная часть материала выносится на самостоятельную проработку, что способствует развитию навыков самостоятельного изучения математической и прикладной литературы по направлению подготовки.

**Место дисциплины** в структуре образовательной программы:

- Б1.В.ДВ.2.2 в системе подготовки обучающегося по направлению 35.04.06 «Агроинженерия», магистерской программы «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

Данный курс относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока дисциплин.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Таблица 1 — Требования к уровню освоения дисциплины

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-4	Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении стандартных и нестандартных профессиональных задач	<p>– <b>знать:</b> методы математического моделирования рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе;</p> <p>– <b>уметь:</b> разрабатывать математические модели рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе;</p> <p>– <b>иметь навыки и/или опыт:</b> разработки математических моделей рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе.</p>
ПК-6	Способность к проектной деятельности на основе системного подхода, умение строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ	<p>– <b>знать:</b> свойства математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в агропромышленном комплексе;</p> <p>– <b>уметь:</b> исследовать свойства математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в агропромышленном комплексе;</p> <p>– <b>иметь навыки и/или опыт:</b> исследования свойств математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в агропромышленном комплексе.</p>

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2 — Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения, часов		Заочная форма обучения, часов
	Всего зач. ед. / часов	1 курс, 2 сем.	1 курс, 2 сем.
Общая трудоёмкость дисциплины	3 / 108	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего часов; в том числе:	36	36	10
Аудиторная занятость	36	36	10
Лекции	10	10	4
Практические занятия	—	—	—
Семинары	—	—	—
Лабораторные работы	26	26	10
Другие виды аудиторных занятий	—	—	—
Самостоятельная работа обучающихся, всего часов; в том числе:	72	72	94
Подготовка к аудиторным занятиям	36	36	48
Выполнение курсовой работы (проекта)	—	—	—
Подготовка и защита рефератов, расчётно-графических работ	—	—	—
Другие виды самостоятельной работы	36	36	46
Экзамен, часов	—	—	—
Формы промежуточной аттестации, зачёт / экзамен	зачёт	зачёт	зачёт

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план)

Таблица 3 — Раздел дисциплины и виды занятий (тематический план)

№	Раздел дисциплины	ЛЗ	ПЗ	СЗ	ЛР	СР
Очная форма обучения						
1	Принципы моделирования рабочих процессов	2	—	—	2	6
2	Моделирование процессов механических колебаний	2	—	—	4	10
3	Моделирование процессов аэро- и гидродинамики	4	—	—	10	10
4	Моделирование процессов диффузии и теплопереноса	2	—	—	10	10
Заочная форма обучения						
1	Принципы моделирования рабочих процессов	1	—	—	1	8
2	Моделирование процессов механических колебаний	1	—	—	1	12
3	Моделирование процессов аэро- и гидродинамики	1	—	—	4	14

4	Моделирование процессов диффузии и теплопереноса	1	—	—	4	14
---	--	---	---	---	---	----

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 1. Принципы моделирования рабочих процессов.

1.1. Принципы моделирования рабочих процессов: а) построение содержательной модели процесса; б) построение формальной модели процесса; в) принципы построения формальных моделей; г) алгоритмизация формальной модели; д) реализация и тестирование формальной модели; е) вычислительный эксперимент и анализ данных.

1.2. Язык программирования и анализа данных R: а) объекты и выражения языка R; в) функции языка R; г) ввод/вывод на языке R; д) объектно-ориентированное программирование на языке R.

### 2. Моделирование процессов механических колебаний.

2.1. Моделирование механических колебательных систем: а) моделирование колебаний при наличии внешней силы; в) поглощённая мощность и работа против силы сопротивления; г) численное интегрирование уравнений механических колебаний.

### 3. Моделирование процессов аэро- и гидродинамики.

3.1. Моделирование свободного полёта тела с учётом сопротивления среды: а) система сил, действующих на тело, свободно летящее в среде; б) зависимость силы сопротивления от скорости движения тела в среде; в) применение метода Рунге-Кутты для решения уравнений двумерного движения тела в среде с сопротивлением.

3.2. Моделирование процесса фильтрации жидкости в пористой среде: а) методы исследования структуры пористой среды; б) континуальные методы моделирования процесса фильтрации; в) дискретные методы моделирования процесса фильтрации.

### 4. Моделирование процессов диффузии и теплопереноса.

4.1. Моделирование задач теплопереноса: а) система уравнений одномерного нестационарного теплопереноса в задаче об остывании тела; б) построение сетки и сеточной функции, оценка погрешности и порядка точности метода; в) методы решения уравнений одномерного нестационарного теплопереноса.

4.2. Моделирование задач диффузии: а) система уравнений двумерной диффузии в задаче о распространении примеси; б) построение сетки и сеточной функции, оценка погрешности и порядка точности метода; в) методы решения уравнений двумерной диффузии.

## 4.3. Перечень тем лекций

Таблица 4 — Перечень тем лекций

№	Тема лекции	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Принципы моделирования рабочих процессов	2	1
2	Моделирование механических колебательных систем	2	1
3	Моделирование свободного полёта тела с учётом сопротивления среды и процесса фильтрации жидкости в пористой среде	4	1
4	Моделирование процессов теплопереноса и диффузии	2	1
	ВСЕГО	10	4

## 4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

Проведение практических занятий (семинаров) не предусмотрено.

## 4.5. Перечень тем лабораторных работ

Таблица 5 — Перечень тем лабораторных работ

№	Тема лабораторной работы	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Язык программирования и анализа данных R	2	1
2	Моделирование механических колебательных систем	4	1
3	Моделирование свободного полёта тела с учётом сопротивления среды	4	2
4	Моделирование процесса фильтрации жидкости в пористой среде	6	2
5	Моделирование процесса теплопереноса	6	2
6	Моделирование процесса диффузии	4	2
	ВСЕГО	26	10

## 4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Подготовка студентов к аудиторным занятиям заключается в изучении учебного материала по ранее прочитанной лектором лекции. Лабораторные работы по дисциплине выполняются циклами. Перед каждым циклом студент знакомится с теоретическим материалом и контрольными вопросами. По этим вопросам после окончания цикла проводится текущий контроль усвоения материала. Необходимую литературу студенты могут получить в библиотеке университета.

### 4.6.2. Перечень тем курсовых проектов

Выполнение курсовых проектов не предусмотрено.

### 4.6.3. Перечень тем рефератов, расчётно-графических работ

Выполнение рефератов и расчётно-графических работ не предусмотрено.

### 4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Таблица 6 — Перечень тем для самостоятельного изучения студентами

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, час Форма обучения	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Принципы моделирования рабочих процессов	Петров А.В. Моделирование процессов и систем [электрон. ресурс]. — М.: Лань, 2015. — С. 7-56. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68472">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68472</a>	6	8

2	Моделирование механических колебательных систем	Москалев П.В., Шацкий В.П., Основы математического моделирования в системе Maxima [электрон. ресурс]. — Воронеж: ВГАУ, 2015. — С. 16-25. — Режим доступа: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf</a>	10	12
3	Моделирование свободного полёта тела с учётом сопротивления среды	Москалев П.В., Шацкий В.П., Основы математического моделирования в системе Maxima [электрон. ресурс]. — Воронеж: ВГАУ, 2015. — С. 26-53. — Режим доступа: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf</a>	10	14
4	Моделирование процессов теплопереноса	Кудинов И.В. и др. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях [электрон. ресурс]. — М.: Лань, 2015. — С. 5-91. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56168">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56168</a>	10	14
		ВСЕГО	36	48
		Прочие виды самостоятельной работы	36	46
		ИТОГО	68	94

#### 4.6.5. Прочие виды самостоятельной работы студентов

Таблица 7 — Прочие виды самостоятельной работы студентов

№	Вид самостоятельной работы	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Написание и отладка программ к лабораторным работам	18	24
2	Оформление отчётов по лабораторным работам	18	22
	ВСЕГО	36	46

#### 4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

Таблица 8 — Занятия, проводимые в интерактивной форме, на очном отделении

№	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объём, час
1	Лекция	Принципы моделирования рабочих процессов	Дискуссия Опрос	1,0 0,5
2	Лекция	Моделирование механических колебательных систем	Групповое обсуждение Опрос	1,0 0,5
3	Лекция	Моделирование процесса фильтрации жидкости в пористой среде	Групповое обсуждение Опрос	1,0 0,5
4	Лекция	Моделирование процесса диффузии	Групповое обсуждение Опрос	1,0 0,5
5	Лабораторная	Язык программирования и анализа	Ситуационный анализ	1,0

	работа	данных R	Опрос	0,5
6	Лабораторная работа	Моделирование механических колебательных систем	Ситуационный анализ Опрос	1,0 0,5
7	Лабораторная работа	Моделирование свободного полёта тела с учётом сопротивления среды	Ситуационный анализ Опрос	1,0 0,5
8	Лабораторная работа	Моделирование процесса фильтрации жидкости в пористой среде	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
9	Лабораторная работа	Моделирование процесса теплопереноса	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
10	Лабораторная работа	Моделирование процесса диффузии	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
			ВСЕГО	15

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств предназначен для проведения промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания и методических материалов, представленных в соответствующих разделах.

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Таблица 10 — Основная литература по изучению дисциплины

№	Автор(ы)	Заглавие	Гриф издания	Издательство	Год издания	Кол-во экз. в библиот.
1	Демидович Б.П., Марон И.А.	Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [электрон. ресурс] Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=537">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=537</a>	МО	М.: Лань	2010	ЭБС Лань
2	Петров А.В.	Моделирование процессов и систем [электрон. ресурс] Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68472">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68472</a>	УМО	М.: Лань	2015	ЭБС Лань
3	Буховец А.Г., Москалев П.В.	Алгоритмы вычислительной статистики в системе R [электрон. ресурс] Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68459">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68459</a>	УМО	М.: Лань	2015	ЭБС Лань



### 6.1.2. Дополнительная литература

Таблица 11 — Дополнительная литература по изучению дисциплины

№	Автор(ы)	Заглавие	Изда-тельство	Год издания
1	Москалев П.В., Шацкий В.П.	Основы математического моделирования в системе Maxima [электрон. ресурс] Режим доступа: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b108207.pdf</a>	Воронеж: ВГАУ	2015
2	Кудинов И.В., Кудинов В.А., Еремин А.В., Колесников С.В.	Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях [электрон. ресурс] Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=56168">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=56168</a>	М.: Лань	2015
3	Поршнева С.В.	Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [электрон. ресурс] Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=650">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=650</a>	М.: Лань	2011

### 6.1.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Использование методических указаний не предусмотрено.

### 6.1.4. Периодические издания

1. Пайерлс Р. Построение физических моделей // Успехи физических наук. — 1983. — Т. 140, Вып. 2. — С. 315–332. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/1983/6/d/> (дата обращения: 01.09.2015).
2. Журнал «Математика в высшем образовании» [Сайт]. — Электрон. дан. — Н. Новгород, 2015. — Режим доступа: <http://www.unn.ru/math/index.html> (Дата обращения: 01.09.2015).
3. Журнал «Вестник Воронежского государственного аграрного университета» [Сайт]. — Электрон. дан. — Воронеж, 2015. — Режим доступа: [http://www.vsau.ru/Вестник\\_ВГАУ](http://www.vsau.ru/Вестник_ВГАУ) (Дата обращения: 01.09.2015).

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. The R Project for Statistical Computing [электронный ресурс] .— Режим доступа: <https://www.r-project.org> (дата обращения: 01.09.2015).
2. The Comprehensive R Archive Network [электронный ресурс] .— Режим доступа: <https://www.cran.r-project.org> (дата обращения: 01.09.2015).
3. RStudio Desktop [электронный ресурс] .— Режим доступа: <https://www.rstudio.com/products/rstudio-desktop> (дата обращения: 01.09.2015).
4. Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ВГАУ [Сайт]. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://library.vsau.ru/> (Дата обращения: 01.09.2015).

Наименование ресурса	Сведения о правообладателе	Адрес в сети Интернет
ЭБС «Znanium.com»	ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
ЭБС издательства «Лань»	ООО «Издательство Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

ЭБС издательства «Перспектив науки»	ООО «Перспектив науки»	<a href="http://www.prospektnauki.ru">http://www.prospektnauki.ru</a>
ЭБС «Национальный цифровой ресурс «РКОНТ»	ООО «ТРАНСЛОГ»	<a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа)	Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека»	<a href="http://www.cnsnb.ru/terminal">http://www.cnsnb.ru/terminal</a>
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РКНЭБ»	<a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>
Электронный архив журналов зарубежных издательств	НП «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>
Национальная электронная библиотека	Российская государственная библиотека	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

#### 6.3.1. Компьютерные обучающие и контролируемые программы

Таблица 13 — Компьютерные обучающие и контролируемые программы

№	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Функция программного обеспечения		
			контролирующая	моделирующая	обучающая
1	Лекции, лабораторные занятия	OpenOffice или LibreOffice	+		+
2	Лабораторные занятия, самостоятельная работа	R, RStudio Desktop		+	+
3	Самостоятельная работа	Mozilla Firefox			+
4	Промежуточный контроль	R, RStudio Desktop	+		

#### 6.3.2. Аудио- и видеоматериалы

Использование аудио- и видеоматериалов не предусмотрено.

#### 6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов

Использование компьютерных презентаций не предусмотрено.

### 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 16 — Материально-техническое обеспечение дисциплины

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1	Аудитории для проведения	Учебные аудитории на 60-150 рабочих мест, осна-





