

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»



«УТВЕРЖДАЮ»  
Декан агроинженерного факультета  
Оробинский В.И.  
«30» августа 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине:

- Б1.В.ДВ.02.02 «Моделирование процессов работы машин и механизмов в АПК» для направления 35.04.06 «Агроинженерия», профиля «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» — прикладная магистратура.

Квалификация (степень) выпускника — магистр

Факультет агроинженерный

Кафедра математики и физики

Преподаватель, подготовивший рабочую программу:  
д.ф.-м.н., профессор 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 №1 от 30 августа 2017 г.).

Заведующий кафедрой



---

В.П. Шацкий

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол №1 от 30 августа 2017 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 АПК.

**Задача дисциплины** — приобретение практических навыков моделирования рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе. 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. Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока дисциплин. Она является основой для изучения таких дисциплин как «Детали машин и основы конструирования» и «Информационные технологии в проектировании и инженерном анализе».

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-4	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении стандартных и нестандартных профессиональных задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>знать:</b> методы математического моделирования рабочих процессов машин и механизмов в АПК;</li> <li>– <b>уметь:</b> разрабатывать математические модели рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе;</li> <li>– <b>иметь навыки и/или опыт деятельности:</b> разработки математических моделей рабочих процессов машин и механизмов в агропромышленном комплексе.</li> </ul>
ПК-6	способностью к проектной деятельности на основе системного подхода, умением строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>знать:</b> свойства математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в АПК</li> <li>– <b>уметь:</b> исследовать свойства математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в агропромышленном комплексе;</li> <li>– <b>иметь навыки и/или опыт деятельности:</b> исследования свойств математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в агропромышленном комплексе.</li> </ul>

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения, часов		Заочная форма обучения, часов
	Всего зач. ед. / часов	3 курс, 5 сем.	2 курс, 4 сем.
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	3/108	3/108

Виды учебной работы	Очная форма обучения, часов		Заочная форма обучения, часов
	Всего зач. ед. / часов	3 курс, 5 сем.	2 курс, 4 сем.
Общая контактная работа	20,65	20,65	14,65
Общая самостоятельная работа (по уч. пл.)	87,35	87,35	93,35
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч.:	20,5	20,5	14,5
Лекции	10	10	4
Практические занятия	10	10	10
Лабораторные работы	—	—	—
Групповые консультации	0,5	0,5	0,5
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий	78,5	78,5	84,5
Контактная работа текущего контроля, в т.ч.:	—	—	—
Защита контрольной работы	—	—	—
Защита расчетно-графической работы	—	—	—
Самостоятельная работа текущего контроля, в т.ч.:	—	—	—
Выполнение контрольной работы работ	—	—	—
Выполнение расчетно-графической работы	—	—	—
Контактная работа при промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч.:	0,15	0,15	0,15
Курсовая работа	—	—	—
Курсовой проект	—	—	—
Зачет	0,15	0,15	0,15
Экзамен	—	—	—
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч.:	8,85	8,85	8,85
Выполнение курсовой работы	—	—	—
Выполнение курсового проекта	—	—	—
Подготовка к зачету	8,85	8,85	8,85
Подготовка к экзамену	—	—	—
Вид промежуточной аттестации	зачёт	зачёт	зачёт

#### 4. Содержание дисциплины

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

№	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СР
Очная форма обучения					
1	Принципы моделирования рабочих процессов	2	2	—	10

2	Моделирование процессов механических колебаний	4	4	—	28
3	Моделирование процессов аэро- и гидродинамики	2	2	—	20
4	Моделирование процессов диффузии и теплопереноса	2	2	—	20,5
Заочная форма обучения					
1	Принципы моделирования рабочих процессов	1	2	—	10
2	Моделирование процессов механических колебаний	1	4	—	30
3	Моделирование процессов аэро- и гидродинамики	1	2	—	22
4	Моделирование процессов диффузии и теплопереноса	1	2	—	22,5

## 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

№	Тема лекции	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Принципы моделирования рабочих процессов	2	1
2	Моделирование механических колебательных систем	4	1
3	Моделирование свободного полёта тела с учётом	2	1

№	Тема лекции	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	сопротивления среды и процесса фильтрации жидкости в пористой среде		
4	Моделирование процессов теплопереноса и диффузии	2	1
	ВСЕГО	10	4

#### 4.4. Перечень тем практических занятий

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

#### 4.5. Перечень тем лабораторных работ

Проведение лабораторных работ не предусмотрено.

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

##### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Подготовка обучающихся к аудиторным занятиям заключается в изучении учебного материала по ранее прочитанной лектором лекции. Перед каждым практическим занятием обучающийся знакомится с теоретическим материалом и контрольными вопросами. По этим вопросам после окончания занятия проводится текущий контроль усвоения материала. Необходимую литературу обучающиеся 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

№	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. 9-42. — 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>	8	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>	14	16
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>	8	10
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>	8	10
		ВСЕГО	38	44
		Прочие виды самостоятельной работы	40,5	40,5
		ИТОГО	78,5	84,5

#### 4.6.5. Прочие виды самостоятельной работы

№	Вид самостоятельной работы	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Написание и отладка программ к практическим занятиям	20	20
2	Оформление отчётов по выполненным моделям	20,5	20,5
	ВСЕГО	40,5	40,5

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

№	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 работа	Язык программирования и анализа данных R	Ситуационный анализ Опрос	1,0 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

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библ.
1	Демидович Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [электронный ресурс]: учеб. пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова ; под ред. Б. П. Демидовича. — М.: Лань, 2010. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ
2	Буховец А. Г. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R: / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. — М.: Лань, 2015. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ
3	Петров А. В. Моделирование процессов и систем / А. В. Петров. — М.: Лань, 2015. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ

**6.1.2. Дополнительная литература**

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библи.
1	Калиткин Н. Н. Численные методы : учеб. пособие [электронный ресурс] / Н. Н. Калиткин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. [ЭИ] [ЭБС Знаниум]	ЭИ
2	Москалев П. В. Основы математического моделирования в системе Maxima: учебное пособие / П. В. Москалев, В. П. Шацкий; Воронеж. гос. аграр. ун-т. — Воронеж: ВГАУ, 2015. [ЦИТ 13280] [ПТ]	86
3	Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях [электронный ресурс]: учеб. пособие / И. В. Кузнецов, В. А. Кудинов, А. В. Еремин и др. — М.: Лань, 2015. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ

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

Использование методических указаний не предусмотрено.

**6.1.4. Периодические издания**

№ п/п	Перечень периодических изданий
1	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т. — Воронеж: ВГАУ, 1998 – н.в.

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

1. Пайерлс Р. Построение физических моделей // Успехи физических наук. — 1983. — Т. 140, Вып. 2. — С. 315–332. — Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/1983/6/d/> (дата обращения: 30.08.2017).
2. Журнал «Математика в высшем образовании» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.unn.ru/math/index.html> (дата обращения: 30.08.2017).
3. The R Project for Statistical Computing [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.r-project.org> (дата обращения: 30.08.2017).
4. The Comprehensive R Archive Network [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.cran.r-project.org> (дата обращения: 30.08.2017).
5. RStudio Desktop [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.rstudio.com/products/rstudio-desktop> (дата обращения: 30.08.2017).
6. Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ВГАУ [Сайт]. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://library.vsau.ru/> (Дата обращения: 30.08.2017).

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»	ООО «ТРАНСЛОГ»	<a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>

цифровой ресурс «РУКОНТ»		
Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа)	Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека»	<a href="http://www.cnshb.ru/terminal">http://www.cnshb.ru/terminal</a>
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РУНЭБ»	<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 контролирующие программы

№	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Функция программного обеспечения		
			контролирующая	моделирующая	обучающая
1	Лекции, лабораторные занятия	OpenOffice или Microsoft Office	+		+
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

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1	Аудитории для проведения лекционных занятий: №№ 109, 218, 409, 415, 421 м.к., №№ 205, 225 мод.	Учебные аудитории на 60-150 рабочих мест, оснащённые: а) видеопроекторным оборудованием для презентаций; б) средствами звуковоспроизведения; в) экраном; г) выходом в локальную сеть и Интернет. Для проведения занятий используются учебно-наглядные пособия и тематические иллюстрации для соответствующей дисциплины в соответствии с учебным планом и рабочими программами

		дисциплин.
2	Аудитории для проведения семинарских и практических занятий: №№ 302, 313-315, 318, 322-323 м.к.	Учебные аудитории на 30 рабочих мест для проведения семинарских и практических занятий.
3	Аудитории для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: №№ 119, 219, 321 м.к., № 201 мод.	Учебные аудитории на 15 рабочих мест для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации с доступом к локальной сети ВГАУ и к сети Интернет.
4	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций: №№ 221, 316 м.к.	Три компьютера и три принтера.
5	Аудитории для самостоятельной работы обучающихся: №№ 219, 321 м.к., читальные залы №№232а, 331 гл.к.	50 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, с доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета, электронным учебно-методическим материалам и электронному библиотечному каталогу.
6	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: лаборантская № 317 м.к., отдел оперативного обеспечения учебного процесса № 115а гл.к.)	Компьютер, принтер, МФУ; специализированное оборудование для ремонта компьютеров и оргтехники.





