

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.Б.06 «Моделирование в агроинженерии» для направления 35.04.06 «Агроинженерия», магистерских программ «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» и «Инжиниринг безопасности труда на предприятии» — 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 математики и физики (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 технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе.

**Цель дисциплины** — изучение эффективных методов построения математических моделей и навыков их анализа при исследовании рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе.

**Задача дисциплины** — приобретение навыков построения математических моделей рабочих процессов технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе, а также их последующему применению в практических задачах. 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.Б.06 «Моделирование в агроинженерии» относится к обязательным дисциплинам базовой части блока дисциплин. Она является основой для изучения таких дисциплин как «Оптимизация технологических процессов», «Испытания сельскохозяйственной техники и энергосиловых установок», а также «Методы и средства электрических измерений».

## 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 технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе;</li> <li>– <b>уметь:</b> разрабатывать математические модели технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе;</li> <li>– <b>иметь навыки и/или опыт:</b> разработки математических моделей технологического оборудования и средств механизации в агропромышленном комплексе.</li> </ul>
ПК-6	способностью к проектной деятельности на основе системного подхода, умение 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 агропромышленном комплексе;</li> <li>– <b>уметь:</b> исследовать свойства математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в агропромышленном комплексе;</li> <li>– <b>иметь навыки и/или опыт:</b> исследования свойств математических моделей, применяемых в прикладных исследованиях в агропромышленном комплексе.</li> </ul>
ПК-7	способностью проведения инженерных расчётов для проектирования систем и объектов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>знать:</b> взаимосвязи моделей с методиками инженерных расчетов, применяемыми при проектировании систем и объектов в агропромышленном комплексе;</li> <li>– <b>уметь:</b> использовать модели при проведении</li> </ul>

	инженерных расчётов для проектирования систем и объектов в агропромышленном комплексе; – <b>иметь навыки и/или опыт деятельности:</b> использования моделей при проведении инженерных расчётов для проектирования систем и объектов в агропромышленном комплексе.
--	---

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения, часов		Заочная форма обучения, часов
	Всего зач. ед. / часов	1 курс, 1 сем.	1 курс, 2 сем.
Общая трудоёмкость дисциплины	4/144	4/144	4/144
Общая контактная работа	38,75	38,75	22,75
Общая самостоятельная работа (по уч. пл.)	105,25	105,25	121,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т. ч.:	38,5	38,5	22,5
Лекции	12	12	10
Практические занятия	—	—	—
Лабораторные работы	26	26	12
Групповые консультации	0,5	0,5	0,5
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий	87,5	87,5	103,5
Контактная работа текущего контроля, в т.ч.:	—	—	—
Защита контрольной работы	—	—	—
Защита расчётно-графической работы	—	—	—
Самостоятельная работа текущего контроля, в т.ч.:	—	—	—
Выполнение контрольной работы	—	—	—
Выполнение расчётно-графической работы	—	—	—
Контактная работа при промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч.:	0,25	0,25	0,25
Курсовая работа	—	—	—
Курсовой проект	—	—	—
Зачет	—	—	—
Экзамен	0,25	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч.:	17,75	17,75	17,75
Выполнение курсовой работы	—	—	—
Выполнение курсового проекта	—	—	—
Подготовка к зачету	—	—	—
Подготовка к экзамену	17,75	17,75	17,75

Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	экзамен
------------------------------	---------	---------	---------

## 4. Содержание дисциплины

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

№	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СР
Очная форма обучения					
1	Общие принципы математического моделирования	1	—	2	12
2	Программное обеспечение для математического моделирования	1	—	2	12
3	Построение детерминированных математических моделей	2	—	6	18
4	Построение стохастических математических моделей	4	—	8	22
5	Планирование эксперимента и анализ эмпирических данных	4	—	8	23,5
Заочная форма обучения					
1	Общие принципы математического моделирования	1	—	1	14
2	Программное обеспечение для математического моделирования	1	—	1	14
3	Построение детерминированных математических моделей	2	—	2	22
4	Построение стохастических математических моделей	2	—	4	26
5	Планирование эксперимента и анализ эмпирических данных	4	—	4	27,5

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### 1. Общие принципы математического моделирования.

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.

#### 2. Программное обеспечение для математического моделирования.

2.1. Система компьютерной математики Maxima: а) объекты системы Maxima; б) выражения системы Maxima; в) ввод/вывод система Maxima; г) программирование в системе Maxima.  
2.2. Язык программирования и анализа данных R: а) объекты языка R; б) выражения языка R; в) функции языка R; г) ввод/вывод на языке R; д) программирование на языке R.

#### 3. Построение детерминированных математических моделей.

3.1. 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. 3.2. 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. Построение стохастических математических моделей.

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

#### 5. Планирование эксперимента и анализ эмпирических данных.

5.1. Методы планирования экспериментальных исследований: а) полный факторный эксперимент по схеме  $2^k$ ; б) полный факторный эксперимент по схеме  $3^k$ . 5.2. Методы статистического анализа эмпирических данных: а) однофакторный дисперсионный анализ; б) модели парной и множественной линейной регрессии.

**4.3. Перечень тем лекций**

№	Тема лекции	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Общие принципы математического моделирования	1	1
2	Программное обеспечение для математического моделирования	1	1
3	Построение детерминированных математических моделей	2	2
4	Построение стохастических математических моделей	4	2
5	Планирование эксперимента и анализ эмпирических данных	4	4
	ВСЕГО	12	10

**4.4. Перечень тем практических занятий**

Проведение практических занятий (семинаров) не предусмотрено.

**4.5. Перечень тем лабораторных работ**

№	Тема лабораторной работы	Объём, час Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1	Общие принципы математического моделирования	2	1
2	Программное обеспечение для математического моделирования	2	1
3	Построение детерминированных математических моделей	6	2
4	Построение стохастических математических моделей	8	4
5	Планирование эксперимента и анализ эмпирических данных	8	4
	ВСЕГО	28	12

**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. Лабораторные работы по дисциплине выполняются циклами. Перед каждым циклом обучающиеся знакомятся с теоретическим материалом, контрольными и тестовыми вопросами. По этим вопросам по окончании цикла 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	Общие принципы математического моделирования	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии [электрон. ресурс]. — М.: Лань, 2014. — С. 9-42. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39142">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39142</a>	6	8
2	Программное обеспечение для математического моделирования	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>	6	8
3	Построение детерминированных математических моделей	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии [электрон. ресурс]. — М.: Лань, 2014. — С. 58-105. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39142">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39142</a>	10	12
4	Построение стохастических математических моделей	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии [электрон. ресурс]. — М.: Лань, 2014. — С. 124-196. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39142">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39142</a>	10	12
5	Планирование эксперимента и анализ эмпирических данных	Буховец А.Г., Москалев П.В. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R [электрон. ресурс]. — М.: Лань, 2015. — С. 63-83, 93-113. — 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>	10	12
		ВСЕГО	44	52
		Прочие виды самостоятельной работы	43,5	51,5
		ИТОГО	87,5	103,5

**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 лабораторным работам	21	25
2	Оформление отчётов по лабораторным работам	22,5	26,5
	ВСЕГО	43,5	51,5



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

№	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объём, час
1	Лекция	Общие принципы математического моделирования	Дискуссия Опрос	1,0 0,5
2	Лекция	Система компьютерной математики Maxima	Групповое обсуждение Опрос	1,0 0,5
3	Лекция	Язык программирования и анализа данных R	Групповое обсуждение Опрос	1,0 0,5
4	Лекция	Построение детерминированных математических моделей	Ситуационный анализ Опрос	1,0 0,5
5	Лекция	Построение стохастических математических моделей	Ситуационный анализ Опрос	1,0 0,5
6	Лабораторная работа	Система компьютерной математики Maxima	Ситуационный анализ Опрос	1,0 0,5
7	Лабораторная работа	Язык программирования и анализа данных R	Ситуационный анализ Опрос	1,0 0,5
8	Лабораторная работа	Моделирование задач теплопереноса	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
9	Лабораторная работа	Моделирование задач диффузии	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
10	Лабораторная работа	Моделирование фильтрации жидкости в пористой среде	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
11	Лабораторная работа	Методы планирования экспериментальных исследований	Ситуационный анализ Опрос	1,0 0,5
12	Лабораторная работа	Однофакторный дисперсионный анализ	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
13	Лабораторная работа	Модель парной линейной регрессии	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
14	Лабораторная работа	Модель множественной линейной регрессии	Метод проектов Опрос	1,0 0,5
			ВСЕГО	21

**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 библи.
1	Буховец А. Г. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. — М.: Лань, 2015. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ
2	Григорьев Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: Линейные модели / Ю. Д. Григорьев. — М.: Лань, 2015. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ
3	Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии [электронный ресурс] / А. С. Гордеев. — М.: Лань, 2014. [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 [электронный ресурс] / Н. Н. Калиткин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. [ЭИ] [ЭБС Знаниум]	ЭИ
2	Демидович Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича — М.: Лань, 2010. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ
3	Москалев П. В. Основы математического моделирования в системе Maxima / П. В. Москалев, В. П. Шацкий; Воронеж. гос. аграр. ун-т. — Воронеж: ВГАУ, 2015. [ЦИТ 13280] [ПТ]	86

#### 6.1.3. Методические издания

Использование методических изданий 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. Журнал «Математика в высшем образовании» [электронный ресурс] .— Режим доступа: <http://www.unn.ru/math/index.html> (Дата обращения: 30.08.2017).
2. The R Project for Statistical Computing [электронный ресурс] .— Режим доступа: <https://www.r-project.org> (дата обращения: 30.08.2017).
3. The Comprehensive R Archive Network [электронный ресурс] .— Режим доступа: <https://www.cran.r-project.org> (дата обращения: 30.08.2017).
4. RStudio Desktop [электронный ресурс] .— Режим доступа: <https://www.rstudio.com/products/rstudio-desktop> (дата обращения: 30.08.2017).

5. Система компьютерной алгебры Maxima [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://maxima.sourceforge.net/ru/> (дата обращения: 30.08.2017).
6. Компьютерная математика с Maxima [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.altlinux.org/images/0/0b/MaximaBook.pdf> (дата обращения: 30.08.2017).
7. 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 цифровой ресурс «РУКОНТ»	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 «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	Maxima, R, RStudio Desktop		+	+
3	Самостоятельная работа	Mozilla Firefox			+
4	Промежуточный контроль	Maxima, 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) видеопроекционным 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 20-30 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, многофункциональное устройство. Специализированное оборудование для ремонта компьютеров и оргтехники.





