

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

КАФЕДРА АГРОХИМИИ, ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ***

Учебно-методическое пособие для магистров,  
обучающихся по направлению подготовки  
35.04.04 Агрономия  
Программа Растениеводство  
очной, и очно-заочной форм обучения

Брянская область, 2017 г.

УДК 519.6 (07)  
ББК 22.18  
М 22

Мамеева, В. Е. **Математическое моделирование и проектирование:** учебно-методическое пособие для магистров, обучающихся по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия программа Растениеводство очной и очно-заочной форм обучения / В.Е. Мамеева. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. - 26 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для магистров, обучающихся по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия Программа Растениеводство очной, и очно-заочной форм обучения. Настоящее пособие предназначено для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов по курсу «Математическое моделирование и проектирование».

*СОСТАВИТЕЛЬ:* к. с.-х. н., доцент МАМЕЕВА Виктория Евгеньевна.

*РЕЦЕНЗЕНТ:* д. с.-х. н., профессор, ДРОНОВ Александр Викторович.

Рекомендовано к изданию методической комиссией института экономики и агробизнеса Брянского государственного аграрного университета протокол №3 от 31.01.17 г.

© Брянский ГАУ, 2017  
© Мамеева В.Е., 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	4
<b>Лабораторная работа №1.</b>	
Моделирование минерального питания сельскохозяйственной культуры	7
<b>Лабораторная работа №2.</b>	
Моделирование сочетания культур в растениеводстве	11
<b>Лабораторная работа №3.</b>	
Моделирование системы земледелия	15
<b>Лабораторная работа №4.</b>	
Моделирование севооборота	19
<b>Библиографический список:</b>	25

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Математическое моделирование и проектирование» предназначена для того, чтобы расширить кругозор магистров по вопросам моделирования технологических процессов и экосистем, рациональному природопользованию, методам научных исследований, планирования и проведения экспериментов, программирования урожая полевых культур, проектирования и реализации экологически безопасных и экономически эффективных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв.

**Основной** целью дисциплины является усвоение магистрами теоретических знаний, формирование у них научного мышления и приобретения практических навыков в вопросах математического моделирования и проектирования.

В результате освоения дисциплины у обучающихся реализуются следующие компетенции:

**ОК-4 - способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности**

**Знать:** современные инновационные программные продукты, применяемые в агропромышленном комплексе; теоретические основы агроэкологического моделирования; современное состояние системных исследований; новые подходы к природопользованию на основе математического моделирования.

**Уметь:** использовать современные инновационные программные продукты при проектировании и реализации экологически безопасных и экономически эффективных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв различных агроландшафтов; применять на практике полученные знания при реше-

нии экологических проблем; оценивать адекватность математических моделей в реальной экологической обстановке; провести имитационное моделирование экологических процессов; использовать методы оптимизации экосистем.

**Владеть:** навыками использования полученных знаний при решении конкретных производственных задач; навыками умения формулировать суждения и выводы, навыками работы с современными инновационными программными продуктами, применяемыми в агропромышленном комплексе.

**ПК-6 – готовностью применять разнообразные методологические подходы к моделированию и проектированию сортов, систем защиты растений, приёмов и технологий производства продукции растениеводства**

**Знать:** методологические подходы к сортам, систем защиты растений, приёмов и технологий производства продукции растениеводства.

**Уметь:** применять на практике методологические подходы к сортам, систем защиты растений, приёмов и технологий производства продукции растениеводства.

**Владеть:** навыками использования полученных знаний при проектировании сортов, систем защиты растений, приёмов и технологий производства продукции растениеводства.

**ОПК-3 – способностью понимать сущность современных проблем агрономии, научно-техническую политику в области производства безопасной растениеводческой продукции**

**Знать:** современные проблемы агрономии, научно-техническую политику в области производства безопасной растениеводческой продукции.

**Уметь:** анализировать современные проблемы агрономии, научно-техническую политику в области производства безопасной растениеводческой продукции.

**Владеть:** технологиями производства безопасной

растениеводческой продукции.

**ОПК-4 –владением методами оценки состояния агрофитоценозов и приёмами коррекции технологии возделывания сельскохозяйственных культур в различных погодных условиях**

**Знать:** методы оценки состояния агрофитоценозов и приемы коррекции технологии возделывания сельскохозяйственных культур в различных погодных условиях.

**Уметь:** определять и осуществлять оптимальные приемы коррекции технологии возделывания сельскохозяйственных культур в конкретных погодных условиях.

**Владеть:** методами оценки состояния агрофитоценозов и приемами коррекции технологии возделывания сельскохозяйственных культур в различных погодных условиях.

**ОПК-5 –владением методами программирования урожаев полевых культур для различных уровней агротехнологий**

**Знать:** различные методы программирования урожаев полевых культур для различных уровней агротехнологий.

**Уметь:** определить и применить оптимальный метод программирования урожаев полевых культур для конкретных уровней агротехнологий.

**Владеть:** методикой программирования урожаев полевых культур для различных уровней агротехнологий.

**ОПК-6-способностью оценить пригодность земель для возделывания сельскохозяйственных культур с учётом производства качественной продукции**

**Знать:** методики комплексной оценки земли для получения наибольшей экономической и экологической эффективности от её использования и производства качественной продукции.

**Уметь:** выбрать наиболее технологичный способ сельскохозяйственного использования земли и обосновать это.

**Владеть:** навыками анализа альтернатив различных систем земледелия с помощью инструментов статистики.

## **Лабораторная работа №1**

### **Моделирование минерального питания сельскохозяйственной культуры**

**Цель работы:** овладеть навыками использования математического моделирования при разработке системы минерального питания сельскохозяйственных культур.

**Приборы и материалы:** ПЭВМ; MS Excel

#### **Задание**

1. Составить числовую математическую модель минерального питания сельскохозяйственной культуры для заданной урожайности.
2. Решить составленную математическую модель.
3. На основе решения спроектировать систему минерального питания сельскохозяйственной культуры.

Составить отчёт о выполнении лабораторной работы.

#### **Методические указания по выполнению задания**

##### ***К заданию 1***

Математическая модель должна отвечать следующим требованиям:

- описывать минеральное питание одной сельскохозяйственной культуры в течение одного периода вегетации;
- отражать применение не менее четырёх видов удобрений;
- отражать не менее трёх видов действующего вещества.
- Вид культуры для моделирования, виды удобрений и питательных веществ студент выбирает самостоятельно и согласует с преподавателем перед началом выполнения работы.

Источниками исходных данных для составления модели служат материалы научно-исследовательской практики, лабораторных анализов, справочной и научной литера-

туры. Данные о ценах удобрений рекомендуется получать из сети Интернет, если иное не предписано преподавателем.

Результатом выполнения задания 1 является математическая формулировка числовой модели минерального питания сельскохозяйственной культуры.

Следует иметь в виду, что включение в модель числа удобрений и действующих веществ, превышающих минимальные требования, установленные методическими указаниями, может положительно повлиять на оценку выполненной работы, но требует обязательного предварительного согласования с преподавателем во избежание чрезмерных трудозатрат на её выполнение.

### ***К заданию 2***

Для выполнения задания студент создаёт копию файла с образцом задачи линейного программирования в своём рабочем каталоге (папке). Имя созданного файла должно содержать фамилию, номер группы студента и его номер по списку, номер лабораторной работы (например: Иванов-506-12-ЛР1.xls). Все вычисления производятся в этом файле, в нём же на отдельном рабочем листе создаётся отчёт.

Студент должен проверить, что настройки табличного процессора предусматривают уровень безопасности, допускающий выполнение макросов. В Microsoft Excel 2003: **Сервис Параметры Безопасность макросов Средний уровень безопасности**. В Microsoft Excel 2007: **кнопка Office Параметры Excel Центр управления безопасностью Параметры центра управления безопасностью Параметры макросов Отключить все макросы с уведомлением**.

Изменение данных настроек вступает в силу только после перезапуска табличного процессора.

В дальнейшем при открытии файла, содержащего задачу линейного программирования, табличный процессор



будет выдавать запрос о необходимости запрета выполнения макросов, содержащихся в рабочей книге. На этот запрос следует отвечать отрицательно.

Инструкция по использованию программы Sunset ХА приведена в файле, содержащем образец задачи.

Если система ограничений модели оказалась несовместной, следует проверить модель на отсутствие ошибок. Если ошибки не обнаружены — обратиться к преподавателю.

Результатом выполнения задания 2 являются оптимальное решение числовой модели минерального питания сельскохозяйственной культуры и значение её целевой функции.

### ***К заданию 3***

Выполняя задание 3, следует дать агрономическую оценку решению математической модели с позиций влияния выбранных доз удобрений на состояние почвы, на экологию территории, на которой возделывается данная культура, на культуры, следующие за данной культурой в культурообороте и т.д.

### **Требования к отчёту**

Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать следующие сведения:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- наименование выбранной студентом культуры и величину плановой урожайности, перечень выбранных удобрений и видов действующего вещества, учитываемых моделью;
- все необходимые числовые исходные данные для составления математической модели с указанием единиц измерения и источников, из которых они получены (предпочтительно в табличной форме);
- математическую формулировку числовой модели с указанием единиц измерения переменных и ограничений;
- оптимальное решение числовой модели с указанием

единиц измерения величин;

- оптимальное значение целевой функции модели с указанием единицы его измерения;

- выводы в соответствии с заданием 3 к лабораторной работе;

- библиографический список, содержащий литературные источники, которыми студент пользовался при выполнении лабораторной работы (должно быть указано, каким образом каждый источник содействовал её выполнению).

Студент обязан обеспечить хранение материалов лабораторной работы вплоть до аттестации по учебной дисциплине «Математическое моделирование и проектирование».

Оценка выполнения лабораторной работы в большой мере зависит от сведений, представленных в отчёте, в том числе от сведений об использованных литературных источниках. При защите отчёта преподаватель проверяет достоверность приведённых сведений.

### **Литература**

1. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: Задачи, принципы, методология. 4 е изд. М.: Высшая школа, 2007.

2. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / *Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В.* и др. СПб.: ИТК ГРАНИТ, 2009. — П. 8.2.

3. Мамеева В.Е. Системный анализ и основы моделирования экосистем: учебно-метод. пособие к лаб.-практ. работам). - Брянск: Издательство БГСХА, 2011 -134.

4. *Светлов Н.М., Светлова Г.Н.* Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и XA / РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.

5. *Светлов Н.М.* Задания и методические указания к лабораторным работам по курсу «Математическое моделирование и проектирование» для студентов магистратуры по направлению «Агрономия» / Издательство ФГОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. М., 2012. – 25 с.

## **Лабораторная работа №2**

### **Моделирование сочетания культур в растениеводстве**

**Цель работы:** овладеть навыками использования математического моделирования при обосновании посевных площадей сельскохозяйственных культур.

**Приборы и материалы:** ПЭВМ; MS Excel

#### **Задание**

1. Составить числовую математическую модель сочетания культур в растениеводстве.
  2. Решить составленную математическую модель.
  3. На основе решения подготовить предложения по возделыванию сельскохозяйственных культур.
- Оформить отчёт.

#### **Методические указания по выполнению задания**

##### ***К заданию 1***

Математическая модель должна отвечать следующим требованиям:

- описывать сочетание культур в отраслях растениеводства одного хозяйства (предприятия);
- предусматривать возделывание не менее трёх товарных культур или сортов и не менее трёх кормовых культур или сортов;
- отражать не менее трёх видов кормов.

Набор культур (сортов) студент выбирает самостоятельно с учётом имеющейся информационной базы и согласует с преподавателем перед началом выполнения работы.

Как правило, источником данных о площади пашни и о потребности в кормах служат материалы практики на сельскохозяйственном предприятии.

1. Данные об урожайности и о выходе корма с единицы посевной площади берутся из материалов практики или из справочной литературы.

Данные о ценах реализации товарной продукции растениеводства берутся из материалов

2. Результатом выполнения задания 1 является математическая формулировка числовой модели сочетания культур в растениеводстве.

Следует иметь в виду, что включение в модель числа культур и видов кормов сверх минимальных требований, установленных методическими указаниями, может положительно повлиять на оценку выполненной работы, но требует предварительного согласования с преподавателем во избежание чрезмерных трудозатрат на её выполнение.

### ***К заданию 2***

Для выполнения задания студент создаёт копию файла с образцом задачи линейного программирования в своём рабочем каталоге (папке). Имя созданного файла должно содержать фамилию, номер группы студента и его номер по списку, номер лабораторной работы (например: Иванов-506-12-ЛР1.xls). Все вычисления производятся в этом файле, в нём же на отдельном рабочем листе создаётся отчёт.

Если при решении задачи для некоторой культуры получена неоправданно малая площадь посевов, затрудняющая применение индустриальных технологий возделывания, следует получить два решения, в одном из которых приравнять площадь данной культуры к нулю, в другом — к минимально допустимой с точки зрения технологии возделывания. Из полученных решений следует выбрать то, которое обеспечивает большее значение целевой функции.

Если система ограничений модели оказалась несовместной, следует проверить модель на отсутствие ошибок. Если ошибки не обнаружены — обратиться к преподавателю.

Результатом выполнения задания 2 являются оптимальное решение числовой модели сочетания культур в растениеводстве и значение её целевой функции.

### ***К заданию 3***

Выполняя задание 3, следует дать агрономическую оценку полученному сочетанию культур с точки зрения соблюдения требований севооборота и сохранения плодородия почвы, возможностей борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, удовлетворения потребности в кормах, отсутствия неоправданно малых посевных площадей.

### **Требования к отчёту**

Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать следующие сведения:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- наименование хозяйства (предприятия), по данным которого выполняется лабораторная работа (если таковое имеется);
- все необходимые числовые исходные данные для составления математической модели с указанием единиц измерения и источников, из которых они получены (предпочтительно в табличной форме);
- математическую формулировку числовой модели с указанием единиц измерения переменных и ограничений;
- оптимальное решение числовой модели с указанием единиц измерения величин;
- оптимальное значение целевой функции модели с указанием единицы его измерения;
- выводы в соответствии с заданием 3 к лабораторной работе;
- библиографический список, содержащий литературные источники, которыми студент пользовался при выполнении лабораторной работы (должно быть указано, каким

образом каждый источник содействовал её выполнению).

Студент обязан обеспечить хранение материалов лабораторной работы вплоть до аттестации по учебной дисциплине «Математическое моделирование и проектирование».

### **Литература**

1. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: Задачи, принципы, методология. 4 е изд. М.: Высшая школа, 2007.

2. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / *Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В.* и др. СПб.: ИТК ГРАНИТ, 2009. — П. 8.2.

3. Мамеева В.Е. Системный анализ и основы моделирования экосистем: учебно-метод. пособие к лаб.-практ. работам). - Брянск: Издательство БГСХА, 2011 -134.

4. *Светлов Н.М., Светлова Г.Н.* Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и XA / РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.

5. *Светлов Н.М.* Задания и методические указания к лабораторным работам по курсу «Математическое моделирование и проектирование» для студентов магистратуры по направлению «Агрономия» / Издательство ФГОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. М., 2012. – 25 с.

## **Лабораторная работа №3**

### **Моделирование системы земледелия**

**Цель работы:** овладеть навыками проектирования системы земледелия с использованием математических моделей.

**Приборы и материалы:** ПЭВМ; MS Excel.

#### **Задание**

1. Составить числовую математическую модель системы земледелия.
2. Решить составленную математическую модель.
3. На основе решения подготовить предложения по формированию системы земледелия.

Оформить отчёт.

#### **Методические указания по выполнению задания**

##### ***К заданию 1***

Математическая модель должна отвечать следующим требованиям:

- описывать функционирование системы земледелия одного хозяйства (предприятия) в течение одного сельскохозяйственного года;
- предусматривать возделывание не менее двух товарных культур или сортов и не менее двух кормовых культур или сортов;
- предусматривать наличие одного вида сельскохозяйственных животных (как правило, коров);
- отражать не менее трёх видов кормов;
- предусматривать использование не менее трёх видов удобрений и отражать не менее двух видов действующего вещества.

За основу для разработки математической модели системы земледелия берётся модель сочетания культур, раз-

работанная при выполнении предыдущей лабораторной работы. Она дополняется переменной «поголовье скота» и переменными, отражающими распределение удобрений по культурам.

При разработке модели рекомендуется пользоваться данными, использованными при выполнении предыдущих лабораторных работ. Кроме того, данные о потребности животных в кормах можно получить из справочной литературы по животноводству. Данные о числе скотомест для содержания животных берутся из материалов практики на сельскохозяйственном предприятии либо предлагаются преподавателем. Стоимость валовой продукции животноводства в расчёте на одну корову основного стада и затраты на содержание животных в расчёте на одну корову основного стада (без учёта кормов и амортизации), при отсутствии других источников этих данных, принимаются равными 65 тыс. руб. и 25 тыс. руб., соответственно, а среднегодовой надой коровы принимается равным 4800 кг/год. Преподаватель при необходимости может изменить это условие.

Результатом выполнения задания 1 является математическая формулировка числовой модели системы земледелия.

### ***К заданию 2***

Для выполнения задания студент создаёт копию файла с образцом задачи линейного программирования в своём рабочем каталоге (папке). Имя созданного файла должно содержать фамилию, номер группы студента и его номер по списку, номер лабораторной работы (например: Иванов-506-12-ЛР1.xls). Все вычисления производятся в этом файле, в нём же на отдельном рабочем листе создаётся отчёт.

Если система ограничений модели оказалась несовместной, следует проверить модель на отсутствие ошибок. Если



ошибки не обнаружены — обратиться к преподавателю.

Результатом выполнения задания 2 являются оптимальное решение числовой модели проектирования системы земледелия и значение её целевой функции.

### ***К заданию 3***

Выполняя задание 3, следует дать агрономическую оценку полученной системе земледелия с точки зрения соблюдения требований севооборота и сохранения плодородия почвы, возможностей борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, удовлетворения потребности в кормах, отсутствия неоправданно малых посевных площадей. При необходимости по результатам этой оценки следует внести изменения в математическую модель и решить её заново.

### **Требования к отчёту**

Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать следующие сведения:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- наименование хозяйства (предприятия), по данным которого выполняется лабораторная работа (если таковое имеется);
- все необходимые числовые исходные данные для составления математической модели с указанием единиц измерения и источников, из которых они получены (предпочтительно в табличной форме);
- математическую формулировку числовой модели с указанием единиц измерения переменных и ограничений;
- оптимальное решение числовой модели с указанием единиц измерения величин;
- оптимальное значение целевой функции модели с указанием единицы его измерения;
- выводы в соответствии с заданием 3 к лабораторной

работе<sup>1</sup>;

- библиографический список, содержащий литературные источники, которыми студент пользовался при выполнении лабораторной работы (должно быть указано, каким образом каждый источник содействовал её выполнению).

Студент обязан обеспечить хранение материалов лабораторной работы вплоть до аттестации по учебной дисциплине «Математическое моделирование и проектирование».

### **Литература**

1. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: Задачи, принципы, методология. 4 е изд. М.: Высшая школа, 2007.

2. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / *Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В.* и др. СПб.: ИТК ГРАНИТ, 2009. — П. 8.2.

3. Мамеева В.Е. Системный анализ и основы моделирования экосистем: учебно-метод. пособие к лаб.-практ. работам). - Брянск: Издательство БГСХА, 2011 -134.

4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. / Под ред. *А.П. Калашикова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова.* М., 2003.

5. *Светлов Н.М., Светлова Г.Н.* Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и XA / РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.

6. *Светлов Н.М.* Задания и методические указания к лабораторным работам по курсу «Математическое моделирование и проектирование» для студентов магистратуры по направлению «Агрономия» / Издательство ФГОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. М., 2012. – 25 с.

7. *Франс Дж., Торнли Дж.* Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987. — П. 12.2.

## **Лабораторная работа №4**

### **Моделирование севооборота**

**Цель работы:** овладеть практическими навыками использования динамического программирования для планирования севооборотов.

**Приборы и материалы:** ПЭВМ и табличный процессор.

#### **Задание**

• Составить и решить математическую модель планирования четырёхпольного севооборота с целью максимизации среднего чистого дохода с 1 га пашни согласно данным индивидуального варианта задания (с. 19).

Оформить отчёт.

#### **Требования к отчёту**

- исходные данные для разработки числовой модели;
- графическое представление задачи динамического программирования;
- результаты решения: оптимальный севооборот, экономический эффект севооборота.

Если иное не предписано преподавателем, отчёт сдаётся в рукописном виде.

#### **Литература**

1. *Вентцель Е.С.* Исследование операций: Задачи, принципы, методология. 4 е изд. М.: Высшая школа, 2007.

2. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / *Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В.* и др. СПб.: ИТК ГРАНИТ, 2009. — П. 8.2.

3. Мамеева В.Е. Системный анализ и основы моделирования экосистем: учебно-метод. пособие к лаб.-практ. работам). - Брянск: Издательство БГСХА, 2011 -134.

4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйствен-

ных животных. Справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное. / Под ред. *А.П. Калашикова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова*. М., 2003.

5. *Светлов Н.М., Светлова Г.Н.* Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и XA / РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.

6. *Светлов Н.М.* Задания и методические указания к лабораторным работам по курсу «Математическое моделирование и проектирование» для студентов магистратуры по направлению «Агрономия» / Издательство ФГОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. М., 2012. – 25 с.

7. *Франс Дж., Торнли Дж.* Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987. — П. 12.2.

### **Варианты задания**

1. Затраты на обработку чистого пара – 2,5 тыс. руб./га. Картофель может включаться в севооборот не более одного раза. Томаты не выращиваются.

2. Затраты на обработку чистого пара – 3 тыс. руб./га. Томаты могут включаться в севооборот не более одного раза, выращивание свёклы не планируется. Овёс не выращивается, овощные культуры включаются в севооборот не более двух раз, присутствие однолетних трав в севообороте обязательно.

3. Затраты на обработку чистого пара – 5 тыс. руб./га. Свёкла включается в севооборот не более одного раза и приносит доход на 15% меньше указанного в табл.1. Выращивание томатов не предусматривается.

4. Допускаются повторные посевы зерновых (не более чем в течение одного года), при этом доход составляет: овёс по овсу – 10 тыс. руб./га, пшеница по пшенице – 17 тыс. руб./га. Свёкла включается в севооборот не более одного раза, использование чистого пара не предусматривается.

5. Затраты на обработку чистого пара – 1 тыс. руб./га. Чистый доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, на 40% выше указанного в табл. 1. Овощные культуры включаются в севооборот не более одного раза каждая. Выращивание кукурузы на силос не предусматривается.

6. Затраты на обработку чистого пара – 2 тыс. руб./га. Выращивание томатов не предусматривается, пропашные могут занять в севообороте не более двух полей.

7. Затраты на обработку пара – 2 тыс. руб./га. Доход от овса на 30% выше указанного в табл. 3, от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, исключая овёс, – на 25% выше указанного в табл. 1. Выращивание картофеля не предусматривается.

8. Затраты на обработку пара – 2 тыс. руб./га. Не предусматривается выращивание овса. Овощи могут зани-

мать не более двух полей севооборота.

9. Затраты на обработку пара – 3 тыс. руб./га. Не предусматривается выращивание кукурузы на силос. Пропашные культуры могут занимать не более двух полей севооборота.

10. Затраты на обработку чистого пара – 1 тыс. руб./га. Картофель может включаться в севооборот не более одного раза, доход от его возделывания на 20% больше указанного в приложении, свёкла не выращивается.

11. Затраты на обработку чистого пара – 3 тыс. руб./га. Томаты могут включаться в севооборот не более одного раза, доход от возделывания культур, высеваемых (высаживаемых) по томатам, на 50% меньше указанного в табл. 1, выращивание свёклы не планируется.

12. Чистый пар не используется, овощные культуры включаются в севооборот не более двух раз, доход от их выращивания на 20% меньше указанного в табл. 1.

13. Затраты на обработку чистого пара – 2 тыс. руб./га. Выращивание томатов не предусматривается, доход от выращивания овощей на 20% ниже указанного в табл. 1.

14. Допускаются повторные посевы пшеницы (не более чем в течение одного года), при этом доход составляет 15 тыс. руб./га. Томаты включаются в севооборот не более одного раза, выращивание свёклы не предусматривается.

15. Затраты на обработку чистого пара – 1,5 тыс. руб./га. Чистый доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, на 30% выше указанного в варианте. Овощные культуры должны присутствовать в севообороте и могут занимать только одно поле.

16. Затраты на обработку чистого пара – 1 тыс. руб./га. Пропашные (включая кукурузу на силос) могут занять в севообороте только одно поле. Доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по томатам, на 50% меньше

указанного в табл. 1. Однолетние травы не выращиваются.

17. Затраты на обработку пара – 2 тыс. руб./га. Выращивание однолетних трав хотя бы на одном поле обязательно. Выращивание картофеля не предусматривается.

18. Затраты на обработку пара – 2 тыс. руб./га. Не предусматривается выращивание однолетних трав. Картофель и овощи могут занимать не более двух полей севооборота.

19. Затраты на обработку пара – 4 тыс. руб./га. Не предусматривается выращивание кукурузы на силос. Пропашные культуры могут занимать не более одного поля севооборота. Чистый доход от возделывания овощей на 25% ниже указанного в табл. 1.

20. Затраты на обработку чистого пара – 2 тыс. руб./га. Свёкла может включаться в севооборот не более двух раз, доход от возделывания культур, высеваемых (высаживаемых) по свёкле, на 20% меньше указанного в табл. 1. Выращивание томатов не планируется.

21. Чистый пар не используется, овощные культуры включаются в севооборот не более одного раза, доход от их выращивания на 15% меньше указанного в табл. 1.

22. Затраты на обработку чистого пара – 2,5 тыс. руб./га. Свёкла включается в севооборот не более одного раза, выращивание картофеля не предусматривается, доход от выращивания овощей на 20% ниже указанного в табл. 1.

23. Допускаются повторные посевы пшеницы (не более чем в течение одного года), при этом доход составляет 17 тыс. руб./га. Томаты включаются в севооборот не более одного раза.

24. Затраты на обработку чистого пара – 3 тыс. руб./га. Чистый доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, на 20% выше указанного в варианте. Однолетние травы не выращиваются.

Таблица 1 - Данные о величине ожидаемого чистого дохода с 1 га культуры при заданном предшественнике, тыс. руб.

Культура	Пшеница яровая	Овёс яровой	Однолетние травы	Картофель	Кукуруза на силос	Томаты	Свёкла	Чистый пар
Предшественники								
Пшеница яровая				25	22	50	35	
Овёс яровой				30	22	52	37	
Однолетние травы				27	34	54	38	
Картофель	18	12	9					
Кукуруза на силос	16	11	9	20				
Томаты	17	11	8					
Свёкла	18	12	9	21				
Чистый пар	20	12	10					

Примечание. Затраты на обработку чистого пара приведены в индивидуальных вариантах (с. 19-21).



## Библиографический список

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология. 4 е изд. М.: Высшая школа, 2007.
2. Гринин А.С., Орехов Н.А., Новиков В.Н. Математическое моделирование в экологии: учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 269 с.
3. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / А.М. Гатаулин, Г.В. Гаврилов и др. СПб.: ИТК ГРАНИТ, 2009.
3. Мамеева В.Е. Системный анализ и основы моделирования экосистем: учебно-метод. пособие к лаб.-практ. работам). Брянск: Изд-во БГСХА, 2011. 134 с.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. М., 2003.
5. Светлов Н.М., Светлова Г.Н. Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и XA / РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.
6. Светлов Н.М. Задания и методические указания к лабораторным работам по курсу «Математическое моделирование и проектирование» для студентов магистратуры по направлению «Агрономия». М.: Изд-во ФГОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. 25 с.
7. Франс Дж., Торнли Дж. Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987.

Учебное издание

Мамеева Виктория Евгеньевна

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ПРОЕКТИРОВАНИЕ***

Учебно-методическое пособие для магистров,  
обучающихся по направлению подготовки  
35.04.04 Агрономия  
Программа Растениеводство  
очной, и очно-заочной форм обучения

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 04.05.2018 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,51. Тираж 25 экз. Изд. № 5894.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ