

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
Д.С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование и проектирование

по направлению подготовки

35.04.04 Агрономия

Направленность (профиль) подготовки:
Инновационные технологии в АПК

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.М. Минаева

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;.

ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские работы в области агрономии.

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-4.2 Проводит научные исследования, используя современные методы анализа.

ИПК-1.1 Проводит информационный поиск (включая патентный), в том числе с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет, осуществляет критический анализ полученной информации по инновационным технологиям, сортам и гибридам сельскохозяйственных культур.

ИУК-2.2 Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений.

2. Задачи освоения дисциплины

– Формирование системы основных понятий, используемых для описания важнейших математических моделей и математических методов, раскрытие взаимосвязи этих понятий.

– Получить навыки проведения математического моделирования и проектирования, используя современные методы анализа.

– Формирование навыков самостоятельной работы, организации исследовательской работы, применение современных технологий математического моделирования в практической деятельности.

– Овладеть методами обработки материала и представления результатов исследования в агрономии и их критической оценки.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Второй семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: основы научной деятельности, инструментальные методы исследований, методология современной агрономии в проведении экспериментальной работы, информационные технологии в агрономии, агроэкология, органическое земледелие.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 6 ч.

-практические занятия: 26 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

№	Тема	Лекции	Практика	Самос-ная работа	Контроль
1	Введение в моделирование	2 ч	–	4 ч	опрос
2	Классификация моделей	–	2 ч	4 ч	обсуждение
3	Экономико-математические модели	2 ч	–	4 ч	тест
4–5	Методы оптимизации, задачи линейного программирования	–	4 ч	12 ч	решение задач
6	Модели роста популяций	2 ч	–	4 ч	защита решения
7–10	Программирование урожая, моделирование урожайности	–	8 ч	24 ч	мини-тесты
11–14	Использование Python/MATLAB, визуализация	–	8 ч	24 ч	защита заданий
15–17	Мини-проект: моделирование в агрономии	–	4 ч	12 ч	защита проекта
18	Итоговое занятие, зачёт	–	–	4 ч	зачёт

№	Тема лекции	Краткое содержание
1	Введение в моделирование	Понятие модели и моделирования; роль в науке и агрономии; этапы построения модели. Рассматриваются основные свойства моделей (адекватность, универсальность, экономичность) и примеры их применения в прогнозировании процессов в АПК.
2	Классификация моделей	Типы моделей: материальные, математические, имитационные; детерминированные и стохастические модели. Подробно разбираются примеры использования различных моделей в агропроизводстве, защите растений и прогнозировании урожайности.
3	Экономико-математические модели	Постановка задачи в агрономии; формализация процессов; задачи распределения ресурсов. Рассматриваются критерии оптимальности (максимум урожайности, минимум затрат) и возможности применения моделей для поддержки управленческих решений.
4	Методы оптимизации. Задачи линейного программирования	Основы линейного программирования; методы решения (симплекс-метод, графический метод). Приводятся примеры задач оптимизации распределения земельных и материальных ресурсов в сельском хозяйстве, а также анализ устойчивости решений.
5	Модели роста популяций	Экспоненциальный рост (Мальтус); логистическая модель (Ферхюльст); применение в прогнозировании численности популяций и урожайности культур. Отмечаются возможности компьютерного моделирования динамики популяций

№	Тема лекции	Краткое содержание
		вредителей и растений.
6	Программирование урожая. Моделирование урожайности	Математические модели формирования урожая; использование компьютерных технологий (Python, MATLAB, DSSAT). Рассматриваются примеры моделирования урожайности с учётом климатических факторов, агротехнологий и цифровых инструментов поддержки принятия решений.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, написания эссе, рефератов, аналитических обзоров и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Формы текущего контроля включают:

1. Фронтальный опрос и тестирование
 - Проверка знаний основных понятий (модель, адекватность, оптимизация).
 - Мини-тесты после каждой лекции или практического блока.
2. Выполнение практических заданий
 - Решение задач по моделям роста популяций.
 - Построение графиков функций и динамики систем.
 - Использование Excel/Python для реализации моделей.
3. Отчёты по лабораторно-практическим работам
 - Обоснование постановки задачи.
 - Пошаговое решение и интерпретация результатов.
 - Сравнение аналитического и численного решений.
4. Самостоятельная работа
 - Решение индивидуальных домашних заданий.
 - Подготовка кратких аналитических обзоров (например, применение математических моделей в АПК).
5. Мини-проекты
 - Построение модели для конкретного агротехнологического процесса (например, оптимизация урожайности или моделирование численности вредителя).
 - Защита результатов в форме презентации или эссе (5–7 страниц).

Критерии оценки текущего контроля

- Знание теоретического материала (точность терминологии, понимание математических основ).
- Правильность решения задач (логика, корректность вычислений, использование программных средств).
- Активность на практических занятиях (участие в обсуждениях, выполнение заданий в срок).
- Качество отчётов и проектов (структура, обоснованность выводов, умение интерпретировать результаты).

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет во втором семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит один теоретический вопрос, задачу и аналитическое задание.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

Порядок проведения

1. Подготовительный этап

- магистрантам предлагаются вопросы для зачета и перечень тем эссе/проектов (за 2–3 недели до сессии).
- студент выбирает тему (например: «Математическая модель роста популяции», «Оптимизационная модель урожайности», «Применение линейного программирования в агрономии»).

2. Выполнение задания

- эссе (5–7 страниц) или мини-проект (с элементами моделирования в Excel/Python/Matlab);
- включает теоретическое обоснование, математическую модель, расчёты, интерпретацию результатов.

3. Защита

- устное выступление (5–7 минут) с презентацией/отчётом;
- ответы на вопросы экзаменационной комиссии

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=26135>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

Математическое моделирование и проектирование : учебное пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 181 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015651-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium-com.ez.lib.tsu.ru/catalog/product/1412835>

б) дополнительная литература:

Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур : учебное пособие / В. В. Агеев, А. Н. Есаулко, О. Ю. Лобанкова, В. И. Радченко. — 5-е изд. — Ставрополь : СтГАУ, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-9596-0771-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/61085> (дата обращения: 19.03.2022).

в) ресурсы сети Интернет:

<http://nauki-online.ru/biotekhnologii> — Наука и техника, экономика и бизнес. Биотехнологии.

Общетеоретические ресурсы

1. **MIT OpenCourseWare – Mathematical Modelling**
<https://ocw.mit.edu/>
Бесплатные лекции и материалы по математическому моделированию.
2. **Khan Academy – Differential Equations & Modeling**
<https://www.khanacademy.org/math/differential-equations>
Курс по уравнениям роста и динамике популяций, применимый в агробиологии.
3. **Coursera – Mathematical Modelling Basics**
<https://www.coursera.org/>
Международные онлайн-курсы по математическому моделированию и анализу данных.

◆ **Специализированные ресурсы для аграрной науки**

4. **DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer)**
<https://dssat.net>
Популярный программный комплекс для моделирования продуктивности культур.
5. **APSIM (Agricultural Production Systems sIMulator)**
<https://www.apsim.info>
Модели продуктивности и урожайности, широко используемые в сельском хозяйстве.
6. **FAO Agroecology Knowledge Hub**
<https://www.fao.org/agroecology>
Международная база данных по моделям и практикам устойчивого сельского хозяйства.

◆ **Программные среды и инструменты**

7. **Python (SciPy, NumPy, Matplotlib, SymPy)**
<https://www.python.org/>
Язык программирования и библиотеки для построения математических моделей.
8. **MATLAB Online**
<https://matlab.mathworks.com>
Среда моделирования и анализа математических задач (в том числе линейное программирование).
9. **R Project for Statistical Computing**
<https://www.r-project.org>
Программный пакет для статистического анализа и моделирования.

◆ **Научные публикации и базы данных**

10. **Google Scholar**
<https://scholar.google.com>
Доступ к научным статьям по моделированию урожайности, динамике популяций и оптимизации ресурсов.
11. **Scopus / Web of Science (по подписке)**
<https://www.scopus.com>
<https://www.webofscience.com>
Международные базы научных публикаций, применимые для написания эссе и обзоров.
12. **ResearchGate**
<https://www.researchgate.net>
Научная сеть для поиска публикаций по моделированию в АПК.

◆ **Открытые ресурсы по цифровым технологиям**

13. **FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Statistics)**

<https://www.fao.org/faostat>

Глобальные данные по урожайности и аграрным ресурсам.

14. **NASA Earth Data (Remote Sensing for Agriculture)**

<https://earthdata.nasa.gov>

Дистанционное зондирование и спутниковые данные для моделей продуктивности.

15. **AgMIP (Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project)**

<https://agmip.org>

Международный проект по сравнению и улучшению аграрных моделей.

▢ Программное обеспечение к дисциплине

«Математическое моделирование и проектирование»

1) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

◆ Лицензионное ПО

ПО	Назначение	Применение в дисциплине
MATLAB (MathWorks)	Математическое моделирование, линейное программирование, численные методы	Построение моделей роста популяций, оптимизация распределения ресурсов, моделирование урожайности
Mathcad (PTC)	Вычисления и визуализация математических моделей	Решение задач оптимизации и расчет моделей агросистем
STATISTICA (TIBCO)	Статистический анализ и прогнозирование	Анализ данных урожайности и продуктивности культур
SPSS (IBM)	Статистика и моделирование	Проверка гипотез, построение регрессионных моделей
MS Excel (с пакетом Solver)	Экономико-математические расчеты, оптимизация	Решение задач линейного программирования, анализ табличных моделей

◆ Свободно распространяемое ПО (Open Source)

ПО	Назначение	Применение в дисциплине
Python (NumPy, SciPy, Matplotlib, SymPy, Pandas)	Универсальная среда программирования и анализа данных	Построение математических моделей, визуализация графиков, моделирование популяционной динамики
R (R Project for Statistical Computing)	Статистический анализ и моделирование	Построение регрессионных моделей, анализ динамики урожайности
GNU Octave	Аналог MATLAB (свободный)	Численные методы, задачи линейного программирования, моделирование
Scilab	Моделирование и симуляция процессов	Имитационное моделирование в сельском хозяйстве

ПО	Назначение	Применение в дисциплине
OpenModelica	Моделирование динамических систем	Использование в агроэкологических моделях
LibreOffice Calc	Альтернатива Excel	Простые экономико-математические расчёты и оптимизация

◆ Специализированное аграрное ПО

ПО	Лицензия	Применение
DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer)	Свободно распространяемое для научных организаций	Моделирование урожайности сельскохозяйственных культур
APSIM (Agricultural Production Systems sIMulator)	Бесплатное для исследователей	Модели продуктивности и агротехнологий
CropSyst (Washington State University)	Условно-бесплатное	Долгосрочное моделирование агроэкосистем, анализ урожайности и устойчивости

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, с доступом к сети Интернет..

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, с доступом к сети Интернет..

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Сибатаев Ануарбек Каримович, доктор биол. наук, профессор кафедры сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ