

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Инженерный факультет

Кафедра технических систем в агробизнесе

Учебный год: 2024 - 2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
**ТЕОРИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ
ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -

ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ

Наименование направления подготовки/специальности	35.04.06 «Агроинженерия»
Направленность (профиль) <i>(при наличии)</i>	Технические системы в агробизнесе
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего образования	Приказ Минобрнауки России от 26 июля 2017 г. № 709
Год начала подготовки	2018
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023, 2024
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2024
Очно-заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	-
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Горский ГАУ	М-350406-Т-2018
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 19 января 2024 г. № 3
Реквизиты приказа ректора или уполномоченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ ректора от 19 января 2024 г. № 10/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	Часть, формируемая участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору)
Количество зачетных единиц	5

ВЛАДИКАВКАЗ 2024

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 1.1

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

№ №	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции		
1.		УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.	И-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	УК № 1. И-1. З-1. Знает проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.
				УК № 1. И-1. У-1. Умеет анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.
				УК № 1. И-1. В-1. Владеет навыками анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.
			И-1.2. Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.	УК № 1. И-2. З-1. Знает варианты решения проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
				УК № 1. И-2. У-1. Умеет осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
				УК № 1. И-2. В-1. Владеет навыками поиска вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
И-1.3. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке. Предлагает способы их решения.	УК № 1. И-3. З-1. Знает алгоритмы и способы решения вопросов (задач), подлежащих дальнейшей разработке.			
	УК № 1. И-3. У-1. Умеет определять алгоритмы вопросов (задач), подлежащих дальнейшей разработке. Умеет подобрать способы их решения.			

				<p>УК № 1. И-3. В-1. Владеет навыками определять алгоритмы вопросов (задач), подлежащих дальнейшей разработке. Владеет навыками подобрать способы их решения.</p>	
			<p>И-1.4. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</p>	<p>УК № 1. И-4. З-1. Знает стратегии достижения поставленной цели.</p>	
				<p>УК № 1. И-4. У-1. Умеет разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</p>	
				<p>УК № 1. И-4. В-1. Владеет навыками разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</p>	

Профессиональные компетенции выпускников (установленные ВУЗом)
и индикаторы их достижения

№ №	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции			
1	2	3	4	5	6
3.		ПК-3 Способен собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования, выбирать методики и средства решения задачи.	И-3.1. Осуществляет сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи.	<p>ПК № 3. И-1.3-1 Знает как собирать, обрабатывать, анализировать научно-техническую информацию, методику решения задачи.</p> <p>ПК № 3. И-1.У-1 Умеет осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбирать методику и умеет определять средства решения задачи.</p> <p>ПК № 3. И-1.В-1 Владеет навыками сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, владеет навыками выбора методики и средств решения задачи.</p>	

1	2	3	4	5	6
4.		<p>ПК-4 Способен разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать их результаты.</p>	<p>И-4.1. Осуществляет разработку методики и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов.</p>	<p>ПК № 4. И-1.З -1 Знает методики и организацию проведения экспериментов и испытаний.</p> <p>ПК № 4. И-1.У -1 Умеет разрабатывать методику и организацию проведения экспериментов и испытаний, умеет анализировать их результаты.</p> <p>ПК № 4. И-1.В -1 Владеет навыками осуществлять разработку методики и организации проведения экспериментов и испытаний, владеет навыками анализа их результатов.</p>	

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2.1. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности и формам обучения:

Виды учебной деятельности	Всего часов 180, в том числе часов:	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Лекционные занятия	14	6
Практические занятия	42	14
Лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа	124	160
Форма промежуточной аттестации	Экзамен	

2.2. Трудоемкость дисциплины по (разделам) темам:

№ № п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов 180 (5 З.Е.)					
		Очная форма обучения			Заочная форма обучения		
		Лекции	Практические занятия	СРС	Лекции	Практические занятия	СРС
1.	Тема 1. Основы планирования эксперимента	2	4	14	2	4	10
2.	Тема 2. Полные факторные эксперименты типа 2^n	2	6	24	-	-	18
3.	Тема 3. Многомерный ПФЭ типа 2^k (2 часа)	2	6	20	-	-	32
4.	Тема 4. Критерии оптимальности планов	2	6	18	2	4	30
5.	Тема 5. Стратегия поиска экстремума функции отклика	2	4	14	-	-	25
6.	Тема 6. Центральные композиционные планы	2	8	20	-	-	20
7.	Тема 7. Проверка адекватности модели.	2	8	14	2	6	25
	ИТОГО	14	42	124	6	14	160

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО РАЗДЕЛАМ (ТЕМАМ)

Лекционное занятие 1. Основы планирования эксперимента (2 часа). Введение основы планирования эксперимента. Цели и задачи дисциплины. Основные понятия планирования эксперимента. Цель планирования эксперимента. Факторное пространство. Задачи и методы теории планирования эксперимента. Матричная запись опытов.

Практическое занятие 1. Полный факторный эксперимент (2 часа). Общая информация
Самостоятельная работа. Методы теории планирования.

Лекционное занятие 2. Полные факторные эксперименты типа 2^n (2 часа). Планы полных факторных экспериментов (ПФЭ 2^n). Особенности плана ПФЭ 2^2 . Поверхность функции отклика плана ПФЭ 2^n .

Практическое занятие 2. Стандартизация масштаба факторов (2 часа).
Самостоятельная работа. Планирование эксперимента.

Лекционное занятие 3. Многомерный ПФЭ типа 2^k (2 часа). План эксперимента. Допущения при планировании эксперимента. Ортогональное планирование эксперимента. Свойство полнофакторного эксперимента.

Практическое занятие 3. Составление матрицы планирования ПФЭ (2 часа).
Самостоятельная работа. Поиск оптимальных условий.

Лекционное занятие 4. Критерии оптимальности планов (2 часа). Типы планов эксперимента. Критерии оптимальности планов. Геометрическая интерпретация в пространстве параметров для критериев оптимальности планов.

Практическое занятие 4. Порядок постановки ПФЭ (2 часа).
Самостоятельная работа. Элементы математической статистики.

Лекционное занятие 5. Стратегия поиска экстремума функции отклика (2 часа). Исследование поверхности отклика. Градиентный метод. Оценка градиента. Пример оценки градиента.

Практическое занятие 5. Проверка воспроизводимости опытов (однородности дисперсий) (2 часа).
Самостоятельная работа. Наблюдение и эксперимент как основа математического моделирования.

Лекционное занятие 6. Центральные композиционные планы (2 часа). Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план (ЦКП). Планы Бокса. Планы Хартли.

Практическое занятие 6. Расчет оценок коэффициентов регрессионного уравнения и проверка их значимости (2 часа).

Самостоятельная работа. Центральные композиционные планы.

Лекционное занятие 7. Проверка адекватности модели (2 часа). Проверка гипотезы адекватности модели при наличии повторных испытаний в центре плана. Проверка гипотезы адекватности модели при наличии повторных испытаний в точках плана. Канонические модели второго порядка и их анализ.

Практическое занятие 7. Проверка адекватности полученной ММ и переход к физическим переменным (2 часа).

Самостоятельная работа. Элементы регрессивного анализа и оптимальное планирование.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-4207-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116011>.

2. Привало, К. И. Теория поиска оптимальных условий проведения эксперимента : учебное пособие / К. И. Привало, С. Н. Волкова, Е. Е. Сивак. — Курск : Курская ГСХА, 2014. — 53 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134804>. — Режим доступа для зарегистрированных пользователей.

3. Герасимова, М. М. Математическое моделирование : учебное пособие / М. М. Герасимова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147467>.

4.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Солодов, В. С. Практикум по планированию, проведению и обработке эксперимента в исследовании технологических процессов : учебное пособие / В. С. Солодов. — Мурманск : МГТУ, 2018. — 150 с. — ISBN 978-5-86185-951-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142636>.

5. Земсков, В. И. Проектирование ресурсосберегающих технологий и технических систем в животноводстве : учебное пособие / В. И. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1939-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71711>.

6. Волкоморов, В. И. Технология роботизированного производства : учебное пособие / В. И. Волкоморов, А. В. Марков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. — 113 с. — ISBN 978-5-85546-671-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63676>.

7. Абросимов, С. Н. Основы компьютерной графики САПР изделий машиностроения (MCAD) : учебное пособие / С. Н. Абросимов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 206 с. — ISBN 978-5-85546-798-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63672>.

4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

№	Наименование лицензионного продукта
1	Microsoft Windows 7 Pro
2	Office 2007 Standard
3	Moodle 3.8

4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Система автоматизации библиотек ИРБИС64; ООО «ЭйВиДи-систем»
<http://support.open4u.ru>
2. Электронная библиотечная система ООО «КноРус медиа» www.book.ru
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань»; www.e.lanbook.ru
4. Национальная электронная библиотека (НЭБ)<http://нэб.рф>

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теория поиска оптимальных условий эксперимента» по направлению 35.04.06 Агроинженерия:

- учебно-производственная, научно-исследовательская лаборатория «Малая механизация» (УП НИЛ «Малая механизация») при кафедре ЭМТП для проведения занятий практических и лабораторных занятий, площадь 200 м², учебно-лабораторный корпус факультета механизации, г. Владикавказ, улица Толстого, дом 22.

- учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, площадью 72 м². Учебно-лабораторный корпус 3, г. Владикавказ, улица Толстого, дом 22. Оснащена: техническими средствами: мультимедийное оборудование (проектор BENQ); ноутбук emachines; специализированная мебель на 30 посадочных мест.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

6.1. Перечень вопросов к экзамену.

1. История планирования эксперимента.
2. Применение планирования эксперимента.
3. Основные требования, предъявляемые к планированию эксперимента.
4. Задачи планирования эксперимента.
5. Схема объекта исследований
6. Классификация факторов.
7. Требования, предъявляемые к факторам и их совокупности при планировании эксперимента.
8. Виды параметров оптимизации.
9. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
10. Задачи с несколькими выходными параметрами.
11. Построение обобщенного отклика
12. Шкала желательности Харрингтона
13. Преобразование частных откликов в частные функции желательности
14. Одностороннее и двустороннее ограничение. Примеры.
15. Выбор модели. Требования, предъявляемые к модели.
16. Шаговый принцип.
17. Полиномиальные модели.
18. Принятие решения перед планированием эксперимента.
19. Выбор основного уровня.
20. Выбор интервалов варьирования.
21. Полный факторный эксперимент типа 2^2 матрица планирования, геометрическая интерпретация.
22. Полный факторный эксперимент типа 2^3 : матрица планирования, геометрическая интерпретация.
23. Приемы перехода от матриц меньшей размерности к матрицам большей размерности.
24. Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k
25. Полный факторный эксперимент и математическая модель: вычисление коэффициентов линейной модели.
26. Полный факторный эксперимент и математическая модель: оценка эффекта взаимодействия.
27. Минимизация числа опытов.
28. Дробная реплика.
29. Условные обозначения дробных реплик и число опытов.
30. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты.
31. Планы 2_{III}^{3-1}
32. Планы 2_{IV}^{4-1}
33. Планы
34. Выбор 1/4-реplik. Обобщающий определяющий контраст.
35. Реплики большой дробности.
36. Проведение эксперимента. Анкета для сбора априорной информации: постановка задач выбор параметров оптимизации.
37. Анкета для сбора априорной информации: выбор факторов.
38. Анкета для сбора априорной информации: число опытов.
39. Анкета для сбора априорной информации: учет априорной информации.
40. Реализация плана эксперимента: оформление журнала.
41. Критерий Стьюдента.
42. Ошибки параллельных опытов: среднее, дисперсия, стандарт.
43. Классификация ошибок.
44. Исключение из экспериментальных данных грубых ошибок (t-критерий).
45. Исключение экспериментальных данных грубых ошибок (распределение максимального отклонения).

46. Дисперсия параметра оптимизации.
47. Проверка однородности дисперсий: критерий Фишера
48. Проверка однородности дисперсий: критерий Кохрена.
49. Проверка однородности дисперсий: критерий Бартлета.
50. Расчет дисперсии воспроизводимости для экспериментов с различным числом повторных опытов.
51. Рандомизация: влияние неоднородности на параметр оптимизации.
52. Рандомизация: применение таблицы случайных чисел.
53. Разбиение матрицы типа $2k$ на блоки.
54. Разбиение матрицы типа $2k$ на блоки.
55. Разбиение матрицы типа $2k$ на блоки: общие правила.
56. Обработка результатов эксперимента: принцип минимизации невязок в методе наименьших квадратов, наименьших кубов.
57. Метод наименьших квадратов: расчет коэффициентов регрессии.
58. Расчетная таблица для вычисления коэффициентов регрессии, способы проверки правильности расчетов.
59. Графическая интерпретация уравнения регрессии.
60. Остаточная сумма квадратов.
61. Вычисление коэффициентов линейной регрессии для полного многофакторного эксперимента.
62. Вычисление коэффициентов линейной регрессии для дробного многофакторного эксперимента.
63. Регрессионный анализ. Постулаты.
64. Проверка адекватности модели. Качественная интерпретация задачи.
65. Проверка адекватности модели. Дисперсия адекватности.
66. Проверка значимости коэффициентов.
67. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий - критерии оптимальности планов.
68. Принятие решений после построения модели.
69. Принятие решений после построения модели процесса.
70. Построение интерполяционной формулы.
71. Линейная модель неадекватна.
72. Движение то градиенту.
73. Расчет крутого восхождения.
74. Реализация мысленных опытов.
75. Крутое восхождение эффективно.
76. Крутое восхождение неэффективно. Обсуждение результатов.
77. Крутое восхождение: Чем кончается эксперимент. Перспективы.

6.2 Тестовые задания для диагностической работы.

1. Как называется систематическое и целенаправленное изучение объектов, в котором используются средства и методы науки, и которое завершается формулировкой знаний об изучаемом объекте?
 - 1) обзор информации,
 - 2) наука,
 - 3) научные исследования,
 - 4) априорное ранжирование.

2. Функциями какой области деятельности человека является приобретение информации, её преобразование, хранение и объяснение?
 - 1) экспериментальных исследований,
 - 2) теоретических исследований,
 - 3) конструкторской деятельности,
 - 4) науки.

3. Основными этапами какого типа научной деятельности являются кустарные, частно-производственные и государственные исследования?

- 1) производственной,
- 2) теоретической,
- 3) экспериментальной,
- 4) технологической.

4. Как называется процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?

- 1) методика,
- 2) методология,
- 3) планирование эксперимента,
- 4) программа.

5. Какая информация называется априорной?

- 1) опубликованная в литературе,
- 2) соответствующая теоретическим законам,
- 3) имеющаяся до опытов,
- 4) полученная экспериментально

Критерии оценки уровня сформированности компетенций при выполнении теста:

Оценка	Показатели*
Отлично	85-100%
Хорошо	65-84%
Удовлетворительно	51-64%
Неудовлетворительно	менее 50%

* – % выполнения заданий от общего количества заданий в тесте

