

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.04.23 Математическое моделирование сельскохозяйственных процессов

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль): Технические системы в агробизнесе

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Институт: агропромышленный

Кафедра: технологических процессов в машиностроении и агроинженерии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2	2	2
Семестр/триместр	3	4	3

Лекции	36	6	6
Лабораторные занятия	-	-	-
Практические (семинарские) занятия	36	6	6
Консультации	2	2	2
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен-0,3	Экзамен-0,3	Экзамен-0,3
Контроль	36	9	9
Самостоятельная работа	141,7	228,7	228,7

Всего часов: 252

Трудоемкость: 7 зачетные единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физ.-мат. наук, доцент **С.С. Бунеев**

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: Целями освоения дисциплины «Б1.В.04 Математическое моделирование в машиностроении» являются: обучение методам компьютерного моделирования, теоретическим основам анализа результатов моделирования и статистической обработки результатов эксперимента. Построение математических моделей процессов с помощью средств регрессионного анализа.

Задачи изучения дисциплины:

- Усвоение основных понятий, терминологии теории и практики регрессионного анализа
- Формирование навыков описания конкретных технологических процессов и агрегатов, как объектов моделирования.
- Овладение математическими методами построения регрессионных уравнений, моделирующих конкретные технологические процессы

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках вариативной части блока Б1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	Знает: <ul style="list-style-type: none">• базовые понятия естественных наук и математики;• основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с естественными науками и математикой;• основные методы решения математических и естественнонаучных задач с применением информационно-коммуникационных технологий;• методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области математики и естественных наук;	Знает: основные классификационные признаки экспериментов, основные элементы научно-технического эксперимента, приемы выбора основных факторов эксперимента и технологию построения факторных планов, теорию основных разделов статистического анализа: элементы теории погрешностей, корреляционный анализ
	Умеет: <ul style="list-style-type: none">• применять базовые понятия естественных наук, математики и информационно-коммуникационных технологий для решения типовых задач профессиональной деятельности;• выделять и систематизировать факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой;• выделять и систематизировать способы решения задач математики и	Умеет: проводить экспериментов, выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида, делать точечные оценки параметров регрессионной модели, практически решать типичные задачи статистической обработки данных, выполнения небольшого объема вычислений.

	<p>из различных областей естественных наук;</p> <ul style="list-style-type: none"> • доказывать математические утверждения; • решать математические задачи; • избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; 	
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понятийным аппаратом, связанным с естественными науками, прикладной математикой и информационно-коммуникационными технологиями; • навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации из области естественных наук; • навыками выбора методов и средств решения задач математики и различных областей естественных наук; • навыками управления информацией (поиск, интерпретация, анализ информации, в т.ч. из множественных источников). 	<p>Владеет:</p> <p>методами постановки и реализации задач обработки экспериментальных данных, методами выбора основных факторов эксперимента и построения факторных планов, методами подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных, методами оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента</p>

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Основы регрессионного анализа	213,7	36	36	-	141,7
1.	Тема 1. Некоторые сведения из теории случайных погрешностей и математической статистики	35	6	6	-	23
2.	Тема 2. Сравнение эмпирических распределений с помощью проверки статистических гипотез	35	6	6	-	23

3.	Тема 3. Сравнение дисперсий. Дисперсионный анализ	35	6	6	-	23
4.	Тема 4. Корреляционный анализ	35	6	6	-	23
5.	Тема 5. Аппроксимация зависимостей. Планирование эксперимента	35	6	6	-	23
6.	Тема 6. Полный факторный эксперимент типа 2^3	38,7	6	6	-	26,7
	Контроль	36				
	Консультация	2				
	Экзамен	0,3				
	Итого за 3 семестр	252	36	36	-	141,7

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Основы регрессионного анализа	240,7	6	6	-	228,7
1.	Тема 1. Некоторые сведения из теории случайных погрешностей и математической статистики	40	1	1	-	38
2.	Тема 2. Сравнение эмпирических распределений с помощью проверки статистических гипотез	40	1	1	-	38
3.	Тема 3. Сравнение дисперсий. Дисперсионный анализ	40	1	1	-	38
4.	Тема 4. Корреляционный анализ	40	1	1	-	38
5.	Тема 5. Аппроксимация зависимостей. Планирование эксперимента	40	1	1	-	38
6.	Тема 6. Полный факторный эксперимент типа 2^3	40,7	1	1	-	38,7
	Контроль	9				
	Консультация	2				
	Экзамен	0,3				
	Итого за 3 семестр	252	6	6	-	228,7

Заочная форма обучения

№	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия	Сам. раб.
---	-----------------------------	-------	--------------------	-----------

п/п			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Основы регрессионного анализа	240,7	6	6	-	228,7
1.	Тема 1. Некоторые сведения из теории случайных погрешностей и математической статистики	40	1	1	-	38
2.	Тема 2. Сравнение эмпирических распределений с помощью проверки статистических гипотез	40	1	1	-	38
3.	Тема 3. Сравнение дисперсий. Дисперсионный анализ	40	1	1	-	38
4.	Тема 4. Корреляционный анализ	40	1	1	-	38
5.	Тема 5. Аппроксимация зависимостей. Планирование эксперимента	40	1	1	-	38
6.	Тема 6. Полный факторный эксперимент типа 2^3	40,7	1	1	-	38,7
	Контроль	9				
	Консультация	2				
	Экзамен	0,3				
	Итого за 3 семестр	252	6	6	-	228,7

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы

Примерные тестовые задания для промежуточной аттестации

1. Пассивным называется эксперимент, при котором...

- а) факторы, влияние которых на отклик изучается в эксперименте, целенаправленно изменяются исследователем в соответствии с планом эксперимента;
- б) факторы, влияние которых на отклик изучается в эксперименте, могут изменяться помимо воли исследователя;
- в) значения факторов меняются незначительно в соответствии с намеченным планом проведения эксперимента.

2. План, у которого дисперсия предсказания отклика по уравнению регрессии, полученному с помощью этого плана, постоянна на фиксированном расстоянии от центра эксперимента, называется

- а) ротатабельным;
- б) униформным;
- в) композиционным;

г) насыщенным.

3. Нормирование факторов означает ...

- а) переход к единичным значениям по каждому фактору;
- б) ограничение числа факторов, входящих в регрессионную модель;
- в) перевод факторов к безразмерной шкале;
- г) задание границ изменения каждого фактора.

4. Полным факторным экспериментом называется эксперимент, реализующий все возможные неповторяющиеся комбинации уровней факторов, каждый из которых варьируют ...

- а) на трёх уровнях;
- б) 2^n раз, где n – число факторов;
- в) на двух уровнях;
- г) n раз, где n – число факторов.

5. При дробном факторном эксперименте переменные, отобранные для возможного включения в математическую модель, называются ...

- а) генерирующим соотношением;
- б) ведущими переменными;
- в) выходными переменными;
- г) существенными переменными.

6. Установить порядок обработки экспериментальных данных, полученных с помощью планов первого порядка (расставить номера этапов в порядке их реализации):

№ этапа	Действие, выполняемое на этапе
	Проверка значимости коэффициентов регрессии
	Вычисление оценок коэффициентов регрессии
	Проверка адекватности уравнения регрессии
	Проверка воспроизводимости эксперимента

7. Для проверки воспроизводимости эксперимента применяется критерий

...

- а) Кохрена;
- б) Гаусса;
- в) Фишера;
- г) Стьюдента.

8. Планы второго порядка предназначены ...

- а) для усложнения функции отклика;
- б) для повторной проверки полученной регрессионной модели на адекватность;
- в) для получения регрессионных моделей в виде многочлена второй степени;
- г) для упрощения математической модели.

9. К планам второго порядка относятся:

- а) ортогональные центрально-композиционные планы;
- б) однофакторный эксперимент;
- в) В-планы;
- г) полный факторный эксперимент.

10. К составным частям любого центрально-композиционного плана относятся:

- а) свободные точки;
- б) точки ядра плана;
- в) центральные точки;

г) «звёздные» точки.

Таблица. Ключи верных ответов

Номер вопроса
1. Б
2. А
3. В
4. В
5. Г
6. 3-2-4-1
7. А
8. В
9. А, В
10. Б, В, Г

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена, с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к экзамену.

Вопросы к экзамену

3 семестр, очная/ 4 триместр очно-заочная, 3 семестр заочная формы обучения

1. Определение погрешности измерений. В чем различие действительного и истинного значений измеряемой величины? Классификация погрешностей:
2. Точность средств измерений. Случайная погрешность .
4. Функция распределения случайной величины. Плотность вероятности
5. Начальные и центральные моменты. Математическое ожидание, дисперсия, СКО. Другие характеристики распределений
6. Нормальное распределение погрешностей. Почему случайные погрешности, как правило, подчиняются нормальному закону распределения? Функция Лапласа.
7. Точечные оценки, их свойства. Оценки параметров нормального и равномерного распределений. Доверительные границы погрешности (интервальное оценивание).
8. Планирование числа измерений. Как ведёт себя погрешность определения действительного (среднего арифметического) значения измеряемой величины с ростом числа измерений? Правила округления
9. Проверка статистических гипотез, ошибки первого и второго рода, критическая область, критерий значимости.
10. Гипотеза о генеральной средней нормального распределения при известном генеральном среднеквадратическом отклонении. Критерий, основанный на функции Лапласа.
11. Гипотеза о генеральной средней нормального распределения при не- известном генеральном среднеквадратическом отклонении. Критерий Стьюдента.
- 12 Проверка гипотезы о нормальном распределении. Критерий хи- квадрат. Критерий Колмогорова.
13. . Гипотеза о равенстве генеральных дисперсий двух нормальных совокупностей. Критерий Фишера
14. Гипотеза о незначительности влияния некоторого фактора. Сформулируйте основную идею дисперсионного анализа. Какие виды средних, вариаций и дисперсий вводятся в дисперсионном анализе
15. Критерий Фишера и его использование в дисперсионном анализе
16. Корреляция количественных признаков. В чём различие между корреляционной и функциональной связью?

17. Выборочный коэффициент корреляции. Гипотеза о значимости коэффициента корреляции
18. Множественная корреляция. Каким свойством обладают функции регрессии двумерной нормальной величины
19. Охарактеризуйте особенности двух подходов (интерполяционного и регрессионного) к аппроксимации зависимостей.
20. Парный регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.
21. Адекватность уравнения регрессии. Доверительные границы линейного уравнения регрессии. Как проверяется адекватность регрессионной модели?
22. Полиномиальное нелинейное уравнение регрессии (Параболическая регрессия)
23. Тесты на значимость коэффициентов регрессии
24. В чем сущность планирования эксперимента? Поясните разницу между активным и пассивным экспериментом.
25. Какие задачи решает теория планирования эксперимента? Понятие фактора. Требования, предъявляемые к факторам. Как выбрать уровни варьирования факторов? Что такое интервал варьирования факторов, основной, верхний и нижний уровни
26. Что называется полным факторным экспериментом? Что понимается под планом эксперимента? Чем отличаются планы первого и второго порядков? Как связаны порядок уравнения регрессии и минимально необходимое число уровней факторов?
27. Что называется полным факторным экспериментом (ПФЭ)? Способы построения матрицы планирования ПФЭ? Какими свойствами обладает матрица планирования ПФЭ? Что такое рандомизация опытов? Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрена и как его определить? С чем сравнивают найденное значение?
28. Как рассчитать оценки коэффициентов регрессионного уравнения? Как используются при их вычислении свойства матрицы планирования ПФЭ. Что такое воспроизводимость опытов и как она проверяется? Что такое дисперсия воспроизводимости и как ее найти?
29. Как проверить статистическую значимость оценок коэффициентов регрессии? Что такое критерий Стьюдента и где он используется?

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

1. Шорохова, И.С. Статистические методы анализа : учебное пособие / И.С. Шорохова, Н.В. Кисляк, О.С. Мариев ; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта : Уральский федеральный университет (УрФУ), 2017. – 301 с. : табл., граф., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482354> (дата обращения: 01.09.2020). – ISBN 978-5-9765-3279-3. - ISBN 978-5-7996-1633-5 (Изд-во Урал. ун-та). – Текст : электронный..
2. Балдин, К.В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукоусев. – 3-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 472 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573173> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр.: с. 433-434. – ISBN 978-5-394-03595-1. – Текст : электронный..

5.2. Дополнительная литература

1. Колемаев, В.А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В.А. Колемаев, В.Н. Калинина. – Москва : Юнити, 2015. – 352 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436721> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 5-238-00560-1. – Текст : электронный.

2. Степанова, С.М. Статистика : учебник / С.М. Степанова, Н.А. Рухманова, Т.Ю. Сорокина. – Санкт-Петербург : ИЦ "Интермедия", 2017. – 408 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482811> (дата обращения: 01.09.2020). – ISBN 978-5-4383-0149-3. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://appmath.narod.ru/page6.html	Теория Планирования Эксперимента: Основные определения Объект исследования. Параметр оптимизации. Виды параметров оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Факторы. Определение фактора. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента и пр.	Свободный доступ
2.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Предусмотрены помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.