Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.10.2023 16:05:10
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана

_____ /А.С. Соколов/

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое планирование экспериментов и прикладная статистика

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Профиль
Биотехнология

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2023

Разработчик(и):

Доцент кафедры ТНТ, канд. техн. наук, доцент  /Д.В.Зубов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ХимБиотех»,
д.б.н., проф.  /Т.И. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Автоматизированные системы управления биотехнологическими процессами» является

– получение представления о теоретических основах планирования и организации научных экспериментов и современных методах математической обработки результатов экспериментов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Математическое планирование экспериментов и прикладная статистика» следует отнести:

– получение представления об основных методах построения экспериментальных моделей;

– приобретение навыков построения экспериментальных моделей и анализа их применимости;

– получение представления о современных программных пакетах обработки математических данных.

Обучение по дисциплине «Математическое планирование экспериментов и прикладная статистика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ИПК-1. Знает методы планирования и организации исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в своей области исследований. ИПК-2. Умеет применять нормативную документацию в соответствующей области знаний, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы анализа научно-технической информации ИПК-3. Способен анализировать научно-технической информации, проводить эксперименты, обрабатывать и обобщать полученные данные
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое планирование экспериментов и прикладная статистика» относится дисциплинам по выбору основной образовательной программы бакалавриата.

«Математическое планирование экспериментов и прикладная статистика» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- «Высшая математика»;
- «Физика».

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин (практик):

- Б2.2.2 «Производственная практика (преддипломная)»;
- Б.3.1 «Выпускная квалификационная работа».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**
	В том числе:		
2.1	Проработка лекционного материала	18	18
2.2	Подготовка к семинарам	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет	Зачет	Зачет
	Итого	**72**	72

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	

1.1	Основы построения экспериментальных моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Этапы построения моделей. Экспериментальные, экспериментально-аналитические модели, их особенности, преимущества и недостатки. Метрики качества модели.	8	2	2			4
1.2	**Метод наименьших квадратов.** Параметрическая идентификация. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ, основные допущения. Определение параметров линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Определение параметров линейного уравнения регрессии с использованием статистических характеристик. Определение параметров линейного уравнения регрессии в матричной форме. Таблица дисперсионного анализа. Определение наличия регрессионной зависимости с использованием F - отношения. ПФЭ. Дробный факторный эксперимент.	16	4	4			8
1.3	Структурная идентификация математических моделей Методы последовательного уточнения структуры регрессионного уравнения: метод включений, метод исключений, метод пошаговой регрессии. Проверка значимости параметров. Множественный коэффициент корреляции. Понятие о частном коэффициенте корреляции. Определение его значимости.	16	4	4			8
1.4	Проверка адекватности математических моделей и значимости параметров модели Схема проверки статистических гипотез. Понятие о законах распределения случайных величин.	16	4	4			8

	Критерий Фишера. Критерий Стьюдента. F-отношение. Проверка значимости параметров математической модели, проверка адекватности математической модели.						
1.5	Построение экспериментальных моделей с использованием программных средств Построение математических моделей в среде MS Excel, Matcad. Представление результатов экспериментов. Программная фильтрация и сглаживание временных рядов.	16	4	4			8
	Итого	**72**	**18**	**18**			**36**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы построения экспериментальных моделей

Требования, предъявляемые к математическим моделям. Этапы построения моделей. Экспериментальные, экспериментально-аналитические модели, их особенности, преимущества и недостатки. Метрики качества модели.

Тема 2. Метод наименьших квадратов. Параметрическая идентификация.

Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ, основные допущения. Определение параметров линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Определение параметров линейного уравнения регрессии с использованием статистических характеристик. Определение параметров линейного уравнения регрессии в матричной форме. Таблица дисперсионного анализа. Определение наличия регрессионной зависимости с использованием F -отношения. ПФЭ. Дробный факторный эксперимент.

Тема 3. Структурная идентификация математических моделей

Методы последовательного уточнения структуры регрессионного уравнения: метод включений, метод исключений, метод пошаговой регрессии. Проверка значимости параметров. Множественный коэффициент корреляции. Понятие о частном коэффициенте корреляции. Определение его значимости.

Тема 4. Проверка адекватности математических моделей и значимости параметров модели

Схема проверки статистических гипотез. Понятие о законах распределения случайных величин. Критерий Фишера. Критерий Стьюдента.

F-отношение. Проверка значимости параметров математической модели, проверка адекватности математической модели.

Тема 5. Построение экспериментальных моделей с использованием программных средств

Построение математических моделей в среде MS Excel, Matcad. Представление результатов экспериментов. Программная фильтрация и сглаживание временных рядов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Основы построения экспериментальных моделей

Тема 2. Метод наименьших квадратов. Параметрическая идентификация.

Тема 3. Структурная идентификация математических моделей

Тема 4. Проверка адекватности математических моделей и значимости параметров модели

Тема 5. Построение экспериментальных моделей с использованием программных средств

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые проекты и курсовые работы не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 59793-2021 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания

2. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов

3. ГОСТ 21.208—2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах

4.2 Основная литература

1. Сидняев, Н.И. Статистический анализ и теория планирования эксперимента : методические указания / Н.И. Сидняев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-7038-4707-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/103275.

4.3 Дополнительная литература

1. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели : учебное пособие / Ю.Д. Григорьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1937-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/65949.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программы пакета Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Нет.

5. Материально-техническое обеспечение

Класс базовых информационных процессов и технологий АВ4403: учебная мебель, доска. Персональные компьютеры, объединенные в корпоративную вычислительную сеть и имеющие выход в сеть «Интернет».

Лекционная аудитория: учебная мебель, мультимедийный проектор, ноутбук. Мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.

Реализация образовательной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый интерактивный подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – практическая. Преподаватель должен последовательно провести ряд практических занятий, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение семинарских занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют практические занятия. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к практическим занятиям по курсу «Информационные технологии в биотехнологии и биоинженерии» необходимо продумать план их проведения, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме практического занятия, определить средства материально-технического обеспечения занятия и порядок их использования.

В ходе практического занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во время первого занятия обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение, в последующих занятиях необходимо увязать ее тему с предыдущими, не нарушая логики изложения учебного материала. Занятие следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В заключительной части занятия необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех поставленных вопросов. Объявить план очередного семинарского занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару.

При этом во всех частях занятия необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

В практических необходимо вести диалог со студентами и давать студентам возможность дискутировать между собой.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует посещения и активной работы на семинарских занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут.

При самостоятельной проработке домашних заданий и написания индивидуальных работ студентам рекомендуется пользоваться библиотечным фондом литературы (учебниками и периодическими изданиями), а также методическими указаниями по выполнению самостоятельных работ.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (зачета).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Формы промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено», «не зачтено»».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для текущего контроля используются контрольные работы.

Комплект заданий для контрольной работы

по дисциплине

Математическое планирование экспериментов и прикладная статистика

Образцы домашних контрольных работ для рубежного контроля

Вариант 1 ……..…….

Задание 1. Построить по экспериментальным данным модели вида $y = b_0 + b_1 x_1$, сделать вывод об её адекватности

	x1	y
1	0,5	7,22
2	0,5	6,6
3	1	8,46
4	7,5	23,85
5	2	10,32
6	1,5	9,09
7	2	10,69
8	8,5	26,3
9	8	25,56
10	2,5	12,16
11	0,5	6,97
12	7,5	23,87
13	4	15,14
14	2	10,83
15	3	13,21
16	6,5	21,78
17	6	20,36
18	7	22,62
19	3	12,68
20	5	18,3
21	5	18,27
22	5	17,64
23	5	18,37
24	5	17,66

Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
2,64	0,48	4,67	-1,00	4,67	-1,00	20,98
2,13	0,85	1,99	0,91	2,49	0,61	14,98
4,27	-0,90	0,57	0,54	2,82	0,32	12,45
0,03	0,03	2,50	0,60	2,40	0,68	11,87
4,94	-0,97	1,27	0,96	2,80	0,33	17,84
4,02	-0,77	0,67	0,62	3,37	-0,23	12,60
3,57	-0,42	1,64	1,00	3,77	-0,59	16,70
3,41	-0,27	0,45	0,43	5,56	-0,66	9,94
1,03	0,86	0,13	0,13	2,97	0,17	2,98
0,67	0,62	5,53	-0,68	0,13	0,13	21,41
1,66	1,00	4,32	-0,92	4,85	-0,99	17,84
0,52	0,50	0,22	0,22	5,64	-0,60	2,59
2,67	0,45	2,25	0,78	1,30	0,96	16,68

5,36	-0,80	5,99	-0,29	4,49	-0,98	33,82
0,18	0,18	0,75	0,68	2,36	0,70	5,42
4,72	-1,00	1,28	0,96	5,02	-0,95	17,44
3,95	-0,72	3,60	-0,44	4,04	-0,78	20,99
2,51	0,59	4,31	-0,92	2,12	0,85	19,52
2,30	0,75	0,89	0,78	4,36	-0,94	10,50
5,47	-0,73	1,45	0,99	1,90	0,95	19,72

Вариант 2. Построить по экспериментальным данным модели вида $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$, сделать вывод об её адекватности

	x1	x2	y
1	10	6	33,96
2	2,5	8	11,46
3	6,5	2	32,04
4	3	6,5	15,11
5	7	3,5	30,81
6	1,5	6,5	11,81
7	4,5	4	23,79
8	3,5	6	17,36
9	1	8,5	6,62
10	7,5	0,5	36,89
11	7,5	1	36,84
12	9,5	10	25,18
13	5,5	7,5	19,90
14	4	8	15,54
15	2,5	3	20,25
16	9,5	9,5	26,03
17	9,5	2,5	38,76
18	7	4,5	29,21
19	9,5	3	38,17
20	3	4,5	19,03
21	3	4,5	18,80
22	3	4,5	19,19
23	3	4,5	19,31
24	3	4,5	18,51

Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
1,89	0,95	4,53	-0,98	5,34	-0,81	18,97
0,71	0,65	4,70	-1,00	0,28	0,28	17,23
2,56	0,55	4,63	-1,00	2,61	0,51	20,67
3,83	-0,64	2,85	0,29	2,61	0,51	19,94
3,57	-0,42	4,77	-1,00	2,18	0,82	23,23

1,76	0,98	0,74	0,67	3,30	-0,16	8,50
3,80	-0,61	3,96	-0,73	1,67	1,00	21,25
3,73	-0,56	4,23	-0,89	0,85	0,75	21,72
2,91	0,23	2,53	0,57	4,27	-0,90	17,68
2,21	0,80	1,91	0,94	3,12	0,02	14,89
4,09	-0,81	2,07	0,88	5,82	-0,45	19,11
5,07	-0,94	3,08	0,06	4,15	-0,85	22,65
3,97	-0,74	1,86	0,96	5,76	-0,50	18,28
0,55	0,52	4,76	-1,00	0,29	0,29	17,16
0,35	0,34	5,31	-0,83	5,75	-0,51	19,46
0,81	0,72	5,64	-0,60	4,64	-1,00	22,39
1,05	0,87	4,45	-0,97	2,39	0,68	17,02
2,34	0,72	3,69	-0,52	2,89	0,25	17,89
0,23	0,23	0,39	0,38	3,87	-0,67	3,16
5,83	-0,44	5,04	-0,95	0,23	0,23	28,99

Вариант 3 ……..……

Задание 1. Построить по экспериментальным данным модели вида $y = b_1 x_1 + b_2 x_2$, сделать вывод об её адекватности

	x1	x2	y
1	6,7	9,7	33,02
2	4,9	6,1	22,26
3	9,7	10	41,28
4	2,3	8,3	19,69
5	2,3	0,6	5,84
6	3,4	7,4	20,9
7	3,5	8,1	22,19
8	8,8	6,4	32,53
9	4,1	8,8	25,05
10	2,9	4,8	14,91
11	7,6	9,9	35,75
12	5,7	2,5	17,83
13	6,4	0,2	15,32
14	3,3	1,4	9,73
15	1,7	3,6	9,69
16	9,1	5,1	30,86
17	10	7,6	37,67
18	3,4	5,7	17,71
19	4	9,9	26,87
20	2,6	8	20,01
21	2,6	8	19,95
22	2,6	8	19,9
23	2,6	8	19,9
24	2,6	8	19,93

Задание 2. Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
5,08	-0,93	3,19	-0,05	0,75	0,68	64,83
1,38	0,98	2,20	0,81	2,27	0,77	38,62
0,27	0,27	1,40	0,99	5,26	-0,85	39,41
2,64	0,48	5,16	-0,90	3,47	-0,32	77,12
4,29	-0,91	0,50	0,48	2,60	0,52	47,04
4,57	-0,99	2,19	0,81	0,61	0,57	52,58
2,30	0,75	3,36	-0,22	2,64	0,48	56,18
2,36	0,70	0,90	0,78	0,10	0,10	24,23
1,02	0,85	2,47	0,62	2,53	0,57	39,55
0,95	0,81	5,21	-0,88	0,93	0,80	52,98
4,57	-0,99	0,77	0,70	3,68	-0,51	56,55
4,48	-0,97	2,87	0,27	1,10	0,89	59,82
2,81	0,33	1,04	0,86	5,23	-0,87	54,15
5,50	-0,71	4,55	-0,99	1,57	1,00	82,75
1,57	1,00	1,76	0,98	0,45	0,43	27,33
0,94	0,81	3,85	-0,65	0,76	0,69	41,19
4,71	-1,00	1,54	1,00	3,56	-0,41	63,10
5,06	-0,94	3,95	-0,72	3,72	-0,55	85,62
0,42	0,41	5,68	-0,57	2,61	0,51	61,43
1,52	1,00	4,22	-0,88	0,10	0,10	44,91

Вариант 4 …….

Задание 1. Построить по экспериментальным данным модели вида $y = b_0 + b_1 x_1$, сделать вывод об её адекватности

	x1	y
1	7	22,79
2	4,5	16,09
3	3,5	13,75
4	1,5	8,56
5	6,5	21,13
6	5,5	18,69
7	5	17,62
8	4,5	16,14
9	7	22,59
10	6,5	21,36
11	6	20,05
12	3,5	13,73
13	8	25,02

14	8,5	26,27
15	3	12,58
16	8,5	26,44
17	6,5	21,2
18	4,5	16,11
19	9	27,43
20	5,5	18,81
21	5,5	18,68
22	5,5	18,64
23	5,5	18,81
24	5,5	18,83

Задание 2. Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
3,37	-0,23	1,91	0,94	2,18	0,82	5,17
4,53	-0,98	1,29	0,96	1,75	0,98	6,23
3,45	-0,30	3,24	-0,10	2,78	0,35	7,80
0,22	0,22	5,34	-0,81	5,33	-0,82	5,58
1,86	0,96	2,54	0,57	0,22	0,22	6,30
3,46	-0,31	4,16	-0,85	3,68	-0,51	12,58
3,30	-0,16	0,27	0,27	1,76	0,98	4,18
4,88	-0,99	4,92	-0,98	5,06	-0,94	17,86
5,27	-0,85	4,12	-0,83	0,88	0,77	9,88
1,72	0,99	1,31	0,97	5,95	-0,33	8,94
0,51	0,49	5,96	-0,32	5,46	-0,73	6,55
4,73	-1,00	1,98	0,92	4,16	-0,85	16,89
0,87	0,76	2,11	0,86	1,79	0,98	-1,21
5,35	-0,80	2,76	0,37	2,44	0,65	10,91
4,72	-1,00	2,15	0,84	2,44	0,65	8,62
0,04	0,04	0,48	0,46	1,85	0,96	-5,09
1,16	0,92	3,89	-0,68	4,87	-0,99	10,75
1,27	0,96	2,34	0,72	3,30	-0,16	6,59
3,94	-0,72	0,60	0,56	2,51	0,59	7,15
4,35	-0,94	4,95	-0,97	2,33	0,73	7,20

Вариант 5 …….

Задание 1. Построить по экспериментальным данным модели вида $y = b_0 + b_1 x_1$, сделать вывод об её адекватности

	x1	y
1	3	14,1
2	4	17,55
3	1,5	7,85
4	6	26,15
5	4	18,15
6	5	22,25
7	6	26,45
8	5,5	24,15
9	7	30,15
10	0,5	3,65
11	8	33,9
12	2,5	12
13	8,5	36,2
14	3	13,85
15	0,5	4,45
16	1	6,05
17	3,5	16,45
18	8,5	36,45
19	9	37,9
20	7	30,5
21	7	30,35
22	7	29,75
23	7	29,9
24	7	29,65

Задание 2. Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
4,20	-0,87	3,47	-0,32	0,67	0,62	30,13
2,82	0,32	1,87	0,96	4,91	-0,98	-0,56
5,68	-0,57	0,54	0,51	2,90	0,24	-5,27
5,93	-0,35	4,02	-0,77	2,53	0,57	30,75
3,94	-0,72	3,32	-0,18	0,33	0,32	29,39
2,51	0,59	0,21	0,21	0,65	0,61	-0,64
0,14	0,14	3,70	-0,53	4,85	-0,99	20,24
1,73	0,99	0,36	0,35	1,88	0,95	-3,38
2,80	0,33	3,91	-0,69	2,31	0,74	30,21
4,12	-0,83	3,91	-0,69	0,13	0,13	36,76
0,00	0,00	5,95	-0,33	3,80	-0,61	43,08
3,60	-0,44	1,34	0,97	3,55	-0,40	-1,31
4,23	-0,89	0,84	0,74	4,21	-0,88	-7,15
0,38	0,37	4,58	-0,99	3,13	0,01	34,62

4,69	-1,00	0,74	0,67	0,78	0,70	2,44
2,97	0,17	2,15	0,84	0,83	0,74	14,52
3,24	-0,10	1,80	0,97	0,88	0,77	10,84
3,71	-0,54	5,51	-0,70	2,07	0,88	45,34
0,29	0,29	0,32	0,31	1,72	0,99	-3,15
2,47	0,62	5,41	-0,77	3,69	-0,52	39,77

Вариант 6 ……..…….

Задание 1. Построить по экспериментальным данным модели вида $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$, сделать вывод об её адекватности

	x1	x2	y
1	7,7	4,9	29,40
2	4,4	5,6	19,94
3	7,3	0,3	36,62
4	1,9	4,6	15,54
5	4,9	7,4	17,98
6	0,9	9,4	4,40
7	5,6	9,6	15,54
8	3,7	8,2	13,54
9	4,3	6,4	18,30
10	5,8	5,8	22,98
11	5,6	8,1	18,72
12	1	2,3	17,68
13	9	7	29,03
14	9,1	4,5	33,66
15	3	3,4	20,32
16	7,9	9	22,41
17	6	5,2	24,83
18	7,2	2,5	32,33
19	9,8	6,5	32,09
20	8,5	1,6	37,34
21	8,5	1,6	37,42
22	8,5	1,6	37,32
23	8,5	1,6	37,44
24	8,5	1,6	37,27

Задание 2. Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
4,07	-0,80	4,37	-0,94	1,34	0,97	-10,40
2,11	0,86	5,19	-0,89	4,62	-1,00	-8,09
5,66	-0,58	5,02	-0,95	5,82	-0,45	-19,70
0,32	0,31	3,65	-0,49	4,86	-0,99	-3,79
5,36	-0,80	2,11	0,86	5,03	-0,95	-21,00
0,03	0,03	3,70	-0,53	4,80	-1,00	-3,50

5,72	-0,53	4,52	-0,98	0,86	0,76	-15,56
5,03	-0,95	3,17	-0,03	2,92	0,22	-16,20
5,35	-0,80	4,53	-0,98	3,68	-0,51	-19,45
4,91	-0,98	4,87	-0,99	5,55	-0,67	-19,02
1,34	0,97	0,19	0,19	0,75	0,68	0,32
4,99	-0,96	4,41	-0,95	3,11	0,03	-16,78
4,34	-0,93	0,60	0,56	1,20	0,93	-11,62
3,83	-0,64	0,52	0,50	1,68	0,99	-9,28
1,95	0,93	2,19	0,81	1,97	0,92	-0,77
5,47	-0,73	0,22	0,22	3,21	-0,07	-18,10
4,35	-0,94	4,43	-0,96	1,02	0,85	-11,94
4,77	-1,00	1,59	1,00	0,13	0,13	-15,85
4,53	-0,98	3,57	-0,42	0,17	0,17	-14,96
4,14	-0,84	1,56	1,00	1,16	0,92	-10,89

Вариант 7 ……..…….

Задание 1. Построить по экспериментальным данным модель вида $y = b_1x_1 + b_2x_2$, сделать вывод об её адекватности

	x_1	x_2	y
1	5	8,5	28,04
2	6	6	26,8
3	3,5	2	13,16
4	8,5	8,5	36,88
5	2,5	1	8,15
6	1	2	6,34
7	5,5	6,5	26
8	1	7	16,09
9	4,5	4,5	19,38
10	2,5	7,5	20,67
11	4,5	8	26,12
12	3	8,5	22,82
13	5,5	6	25,1
14	8,5	8,5	37,18
15	5	8	27,52
16	10	5	34,53
17	2	9	21,32
18	0,5	3	7,49
19	6,5	2	20,04
20	8	8	34,45
21	8	8	34,93
22	8	8	34,53

23	8	8	35,14
24	8	8	35,39

Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
3,80	-0,61	3,31	-0,17	0,03	0,03	9,62
2,55	0,56	1,91	0,94	5,79	-0,47	37,33
4,14	-0,84	1,34	0,97	2,94	0,20	21,46
2,93	0,21	3,56	-0,41	0,30	0,30	11,05
4,42	-0,96	3,47	-0,32	4,97	-0,97	34,36
0,47	0,45	1,51	1,00	3,91	-0,69	26,89
2,18	0,82	5,81	-0,46	1,72	0,99	24,77
5,83	-0,44	1,33	0,97	0,63	0,59	9,87
4,44	-0,96	3,29	-0,15	2,92	0,22	24,07
0,06	0,06	4,57	-0,99	1,12	0,90	16,56
0,51	0,49	5,60	-0,63	1,69	0,99	23,48
5,64	-0,60	4,29	-0,91	2,97	0,17	25,17
0,19	0,19	1,21	0,94	1,68	0,99	14,65
5,23	-0,87	1,72	0,99	4,31	-0,92	29,50
4,36	-0,94	1,68	0,99	0,45	0,43	10,08
2,38	0,69	5,46	-0,73	0,05	0,05	14,59
0,56	0,53	5,11	-0,92	5,37	-0,79	39,60
4,19	-0,87	1,19	0,93	1,24	0,95	12,38
0,16	0,16	2,31	0,74	2,21	0,80	20,06
0,16	0,16	4,96	-0,97	2,16	0,83	22,97

Вариант 8 ……..…….

Задание 1. Построить по экспериментальным данным модели вида $y = b_1x_1 + b_2x_2$, сделать вывод об её адекватности

	x1	x2	y
1	4,5	8	26,13
2	2	10	23,74
3	6,5	6	28,05
4	3,5	5	18,15
5	7	4	25,33
6	10	5,5	35,13
7	5	0,5	14
8	7,5	9	35,09
9	5,5	2,5	18,28
10	4,5	4,5	20,27
11	0,5	9	18,33
12	5	9	28,86

13	1	6,5	14,57
14	8,5	9	38,08
15	8,5	8,5	37,04
16	8	1,5	23,1
17	5	1,5	16,13
18	4,5	3	17,35
19	4,5	7,5	25,29
20	9,5	9	40,47
21	9,5	9	40,73
22	9,5	9	40,32
23	9,5	9	40,84
24	9,5	9	40,82

Задание 2. Определить структуру и параметры модели, сделать вывод об её адекватности

X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
4,43	-0,96	1,79	0,98	1,55	1,00	5,02
1,50	1,00	2,27	0,77	3,69	-0,52	2,21
1,43	0,99	4,99	-0,96	5,06	-0,94	-4,65
3,79	-0,60	2,10	0,86	0,19	0,19	2,14
4,46	-0,97	3,72	-0,55	2,02	0,90	0,04
4,90	-0,98	5,47	-0,73	4,99	-0,96	-7,97
0,53	0,51	3,19	-0,05	3,60	-0,44	-0,88
1,31	0,97	5,40	-0,77	0,60	0,56	1,89
1,69	0,99	3,89	-0,68	0,17	0,17	0,63
5,58	-0,65	1,21	0,94	0,22	0,22	2,40
0,39	0,38	2,83	0,31	1,34	0,97	5,58
3,00	0,14	1,19	0,93	4,62	-1,00	-0,90
0,30	0,30	5,56	-0,66	5,95	-0,33	-2,69
2,48	0,61	1,99	0,91	4,09	-0,81	0,73
2,76	0,37	0,72	0,66	0,12	0,12	3,22
3,37	-0,23	3,86	-0,66	1,52	1,00	1,57
5,93	-0,35	4,28	-0,91	0,75	0,68	-0,68
3,76	-0,58	1,69	0,99	6,00	-0,28	0,72
3,93	-0,71	1,86	0,96	4,02	-0,77	-1,61
4,72	-1,00	2,67	0,45	1,38	0,98	3,31

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно определена структура модели, правильно построены выражения для расчёта коэффициентов модели, найдены верные значения коэффициентов, правильно рассчитаны значения дисперсий и F-отношения, выбрано правильно значение Fкр сделан верный вывод об адекватности модели.
- оценка «хорошо» имеются отдельные недочёты, не существенно повлиявшие на точность модели или на вывод об адекватности модели.
- оценка «удовлетворительно» если есть недочёты, снизившие точность модели, но не повлиявшие на её структуру.
- оценка «неудовлетворительно» если полученная модель не соответствует экспериментальным данным или сделан неверный вывод об адекватности модели.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Комплект вопросов к зачету

по дисциплине

Математическое планирование экспериментов и прикладная статистика

1. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Этапы построения экспериментальных моделей. Особенности построения моделей при проведении активного и пассивного эксперимента.
2. Сравнительная характеристика основных методов построения моделей при проведении активного и пассивного эксперимента.
3. Определение параметров линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов.
4. Определение параметров линейного уравнения регрессии (простой и множественной) с использованием статистических характеристик (с выводом).
5. Понятие о законах распределения "Хи-квадрат", Стьюдента и Фишера. Примеры их использования.
6. Понятие о статистических гипотезах и методах их проверки. Р- значение.
7. Определение параметров линейного уравнения регрессии в матричной форме.
8. Регрессионный анализ, основные допущения. Проверка значимости параметров и адекватности уравнения.
9. Таблица дисперсионного анализа. Определение наличия регрессионной зависимости с использованием F - отношения. Множественный коэффициент корреляции.
10. Понятие о частном коэффициенте корреляции. Определение его значимости. Пример использования.
11. Методы последовательного уточнения структуры регрессионного уравнения: метод включений, метод исключений, метод пошаговой регрессии.
12. Полный факторный эксперимент
13. Планы дробных факторных экспериментов
14. Звёздные планы.
15. Метод группового учёта параметров.