

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины части, формируемой
участниками образовательных отношений,
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Планирование биотехнического эксперимента»

Направление подготовки бакалавров 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике

Типы задач профессиональной деятельности – проектно-конструкторский, производственно-технологический

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 20 ____

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
профессор кафедры АТП

Б.И. Масленников

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

Б.И. Марголис

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Планирование биотехнического эксперимента» является формирование у студентов корректных представлений о планировании эксперимента, знаний основ экспериментальных исследований, теории планирования эксперимента, научных и методических основ построения оптимальных планов эксперимента и обработки полученных результатов, применения полученных знаний в прикладных задачах планирования эксперимента.

Задачами дисциплины являются:

- **приобретение** знаний и навыков выполнения инженерных исследований, умения научного решения задач;
- **изучение** критериев, методов и алгоритмов планирования измерений и обработка их результатов при решении различного рода измерительных задач, способов оценки эффективности планов измерений и эксперимента и влияние различных возмущающих факторов на качество плана;
- **приобретение** навыков и умений практического формирования планов измерений при решении конкретных измерительных задач, обработки экспериментальных данных и их адекватной интерпретации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Моделирование биологических процессов и систем».

Приобретенные знания студент сможет использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, в ходе работы над магистерской диссертацией.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП

Компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен проводить научные исследования в области создания биотехнических систем и технологий.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.2. Проводит эксперименты и обрабатывает результаты медико-биологических, в том числе многофакторных экспериментов, с применением современных информационных технологий и технических средств.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Особенности моделирования в биомеханике, базирующиеся на главных законах механики, термодинамики и теории информации.

32. Основные этапы технологии моделирования устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения.

Уметь:

У1. Использовать законы механики для построения моделей биомеханических систем.

У2. Разрабатывать отдельные элементы биотехнических моделей структур тела человека с заданными параметрами.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Применять методы расчета основных биомеханических характеристик.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ, самостоятельная работа под руководством преподавателя

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		39
В том числе:		
Лекции		13
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		69
В том числе:		
Контрольные работы		23
Подготовка к практическим занятиям		23
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		23
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		26
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		26
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Введение. Вопросы науковедения	15	2	4	-	9
2	Основы научных исследований. Научный и промышленный эксперимент	32	4	10	-	18
3	Общая схема планирования эксперимента. Основные методы планирования эксперимента	35	3	8	-	24
4	Анализ полученной информации и интерпретация результатов	26	4	4	-	18
Всего на дисциплину		108	13	26		69

5.2. Содержание дисциплины»

МОДУЛЬ 1 «Введение. Вопросы науковедения»

Роль науки в современном обществе. Научно-техническая революция и ее особенности. Определение науковедения. Наука как общественное явление, как метод познания, как фактор формирования мировоззрения и развития производства. Законы развития науки. Основные периоды развития. Характерные черты современной науки, как сферы человеческой деятельности. Основные направления научных исследований, проблематика, достижения, перспективы развития.

МОДУЛЬ 2 «Основы научных исследований. Научный и промышленный эксперимент»

Основные определения. Теория экспериментов. Классификация экспериментов.

МОДУЛЬ 3 «Общая схема планирования эксперимента. Основные методы планирования эксперимента»

Общая схема планирования эксперимента. Параметр оптимизации и факторы. Выбор модели. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Корреляционный и регрессионный анализ. Проведение эксперимента. Планы второго порядка.

МОДУЛЬ 4 «Анализ полученной информации и интерпретация результатов»

Анализ полученной информации. Интерпретация результатов. Принятие решений после построения модели.

5.3 Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоем- кость в часах
Модуль 1 Цель: формирование знаний об основных понятиях.	Знакомство с основными определениями. Теория экспериментов. Классификация экспериментов.	4
Модуль 2 Цель: Определение фактора. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента. Требования к совокупности факторов. Примеры факторов. Априорное ранжирование факторов	Анализ простейших способов построения обобщенного отклика. Шаговый принцип. Как выбрать модель? Полиномиальные модели.	10
Модуль 3 Цель: Полный факторный эксперимент типа 2 к.	Анализ свойств полного факторного эксперимента. Полный факторный эксперимент и математическая модель. Анализ результатов. Принятие решений после построения модели.	8
Модуль 4 Цель: Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ.	Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов.	4

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, текущему контролю успеваемости, контрольным работам, зачету.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика": в составе учебно-методического комплекса / Н.И. Сидняев. - Москва: Юрайт, 2011. - 399 с.: ил., табл. - (Магистр). - Текст:

непосредственный. - ISBN 978-5-9916-0990-6 (Изд-во Юрайт): 340 р. - (ID=86612-6)

2. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 495 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05070-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/449686> - (ID=96629-0)

3. Сидняев, Н.И. Введение в теорию планирования эксперимента: учеб. пособие для старших курсов вузов: в составе учебно-методического комплекса / Н.И. Сидняев, Н.Т. Вилисова. - Москва: Московский государственный технический ун-т им. Н.Э. Баумана, 2011. - 463 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7038-3365-0: 299 р. - (ID=97492-6)

7.1. Дополнительная литература по дисциплине

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий: в составе учебно-методического комплекса / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. - 2-е изд.; доп. и перераб. - Москва: Наука, 1976. - 279 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - 1 р. 23 к. - (ID=74620-4)

2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: учебное пособие для вузов/ В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 164 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09216-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/473180>. - (ID=143780-0)

3. Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных: учебное пособие для вузов / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 118 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11906-0. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/476267>. - (ID=143781-0)

4. Основы теории эксперимента: учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева, А. С. Проскурин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 180 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12808-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/475786>. - (ID=143782-0)

5. Горленко, О. А. Дисперсионный анализ экспериментальных данных: учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 132 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14677-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/479041>. - (ID=143783-0)

7.3. Методические материалы

1. Ахремчик, О.Л. Планирование эксперимента при исследовании объектов управления: учебное пособие: в составе учебно-методического комплекса / О.Л. Ахремчик; Тверской государственный технический университет. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - (УМК-У). - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0707-7: 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/102947>. - (ID=102947-1)
2. Ахремчик, О.Л. Планирование эксперимента при исследовании объектов управления: учебное пособие: в составе учебно-методического комплекса / О.Л. Ахремчик; Тверской государственный технический университет. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - 83 с.: ил. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0707-7: [б. ц.]. - (ID=103338-65)
3. Комиссарчик, В.Ф. Анализ данных и планирование эксперимента: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / В.Ф. Комиссарчик; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2000. - 135 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - 30 р. - (ID=5522-5)
4. Фонд оценочных средств дисциплины "Планирование биотехнического эксперимента". Направление подготовки бакалавров 12.03.04 Биотехнические системы и технологии. Профиль: Инженерное дело в медико-биологической практике: в составе учебно-методического комплекса / сост. Б.И. Масленников; Каф. Автоматизация технологических процессов. - Тверь, 2017. - (УМК-В). - Текст: электронный. - (ID=132823-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы,

- РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов).-CD. - Текст: электронный.-119600 р. -(105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116586>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Планирование биотехнического эксперимента» используются слайд-шоу, иллюстрирующие содержание лекций примерами, выполненными в экспертной оболочке КАРРА РС. Для их демонстрации используется проектор.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме зачета

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем: по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты практических работ.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется устно.

7. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Эксперимент.
2. Опыт.
3. План эксперимента.
4. Планирование эксперимента.
5. Фактор.
6. Уровень фактора.
7. Основной уровень фактора.
8. Нормализация факторов.
9. Априорное ранжирование факторов.
10. Размах варьирования фактора.
11. Интервал варьирования фактора.
12. Эффект взаимодействия.
13. Факторное пространство.
14. Область экспериментирования (область планирования).
15. Активный эксперимент.
16. Пассивный эксперимент.
17. Последовательный эксперимент.
18. Отклик.
19. Функция отклика.
20. Оценка функции отклика.
21. Дисперсия оценки функции отклика.
22. Поверхность отклика.
23. Поверхность уровня функции отклика.
24. Формула для определения среднего арифметического значения \bar{x} ?
25. Формула для определения среднего квадратического отклонения σ ?

26. Формула для определения среднего квадратического отклонения $\sigma_{\bar{x}}$, среднего арифметического?
27. Формула для определения взвешенного среднего x_p ?
28. Формула для определения приближенного значения измеряемой величины.
29. Формула для определения \bar{x}, \bar{y} – средних арифметических значений, полученных по результатам прямых измерений при равнооточных измерениях.
30. Формула для определения приближенного значения измеряемой величины \bar{x}, \bar{y} – средних арифметических значений, полученных по результатам прямых измерений при неравнооточных измерениях.

1. Что собой представляют нормированные факторы, формула перехода ним, значения верхнего и нижнего уровня кодированного фактора? Что такое интервал варьирования?
2. Транспонировать и обратить матрицу

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{i1} & \dots & x_{m1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{i2} & \dots & x_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1U} & x_{2U} & \dots & x_{iU} & \dots & x_{mU} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1N} & x_{2N} & \dots & x_{iN} & \dots & x_{mN} \end{pmatrix}$$

3. Что такое планы полных факторных экспериментов типа 2^n ?
4. Какому ПФ эксперименту соответствует приведенная таблица? Что такое $i, U, x_0, x_1, x_2, x_3=x_1x_2, x_4=x_1^2, x_5=x_2^2, y_{1,2,3,4}$? Что означают цифры в колонках таблицы?

Таблица

i	0	1	2	3	4	5	
U	x_0	x_1	x_2	$x_3=x_1x_2$	$x_4=x_1^2$	$x_5=x_2^2$	
1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	y_1
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	y_2
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	y_3
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y_4
$\sum_{U=1}^N x_{iU}$	4	0	0	0	4	4	

1. Что собой представляют нормированные факторы, формула перехода ним, значения верхнего и нижнего уровня кодированного фактора? Что такое интервал варьирования?
2. Транспонировать и обратить матрицу

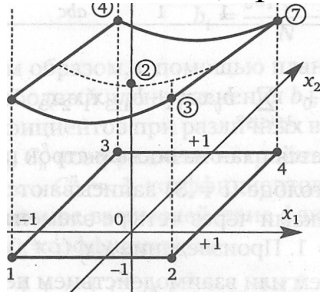
$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{i1} & \dots & x_{m1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{i2} & \dots & x_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1U} & x_{2U} & \dots & x_{iU} & \dots & x_{mU} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1N} & x_{2N} & \dots & x_{iN} & \dots & x_{mN} \end{pmatrix}$$

3. Что такое планы полных факторных экспериментов типа 2^n ?
4. Какому ПФ эксперименту соответствует приведенная таблица? Что такое $i, U, x_0, x_1, x_2, x_3=x_1x_2, x_4=x_1^2, x_5=x_2^2, y_{1,2,3,4}$? Что означают цифры в колонках таблицы?

Таблица

i	0	1	2	3	4	5	
U	x_0	x_1	x_2	$x_3=x_1x_2$	$x_4=x_1^2$	$x_5=x_2^2$	
1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	y_1
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	y_2
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	y_3
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y_4
$\sum_{U=1}^N x_{iU}$	4	0	0	0	4	4	

5. Применение плана ПФЭ 2^2 . Пусть в результате проведения экспериментов по плану ПФЭ 2^2 , т.е. при изменении двух факторов, получены опытные значения y_1, y_2, y_3, y_4 . Поверхность, уравнение которой нас интересует, имеет вид, представленный на рисунке



Поверхность функции отклика

5.1. Составить план ПФЭ 2^2 в виде таблицы.

- расчет коэффициентов сокращенного линейного полинома вида $y' = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ и результаты вычислений y_1', y_2', y_3', y_4' по нему.

-Определение коэффициентов полинома.

$$b_0 = \frac{\sum_{U=1}^N x_{0U} y_U}{4}; \quad b_1 = \frac{\sum_{U=1}^N x_{1U} y_U}{4}; \quad b_2 = \frac{\sum_{U=1}^N x_{2U} y_U}{4}$$

- условия формирования более полного полинома

Определение коэффициента при дополнительном члене полинома:

$$b_{12} = \frac{\sum_{U=1}^N x_{3U} y_U}{4},$$

- расчет предсказанных значений отклика в точках плана (столбец y'').

6. Построить план ДФЭ 2^{4-1} и определить полином:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4.$$

Число факторов — 4. Нужно найти 8 коэффициентов полинома. Выбрать 8 из 16 опытов плана ПФЭ 2^4 таким образом, чтобы определить независимые коэффициенты при самих факторах, смешанные коэффициенты при парных сочетаниях факторов и в пренебрежении тройными и четверным сочетаниями факторов, и при этом сохранить ортогональность плана.

Таблица. Результаты опытов

U		x_1	x_2	x_3	x_4	U		x_1	x_2	x_3	x_4
						ПФЭ 2^4	ПФЭ 2^{4-1}				
1	1	-1	-1	-1	-1	9	-	-1	-1	-1	+1
2	-	+1	-1	-1	-1	10	2	+1	-1	-1	+1
3	-	-1	+1	-1	-1	11	3	-1	+1	-1	+1
4	4	+1	+1	-1	-1	12	-	+1	+1	+1	-1
5	-	-1	-1	+1	-1	13	5	-1	-1	+1	+1
6	6	+1	-1	+1	-1	14	-	+1	-1	+1	+1
7	7	-1	+1	+1	-1	15	-	-1	+1	+1	+1
8	-	+1	+1	+1	-1	16	8	+1	+1	+1	+1

Такой выбор позволяет сформировать план ДФЭ 2^{4-1} как и план ПФЭ 2^3 , но с $x_4 = x_1x_2x_3$. План ДФЭ 2^{4-1} представляется в виде табл. 2.

Таблица 2. План ДФЭ 2^{4-1}

U	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4	x_2x_3	x_2x_4	x_3x_4	y	y
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	10	10
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	1	+1	+1	-1	-1	8	8
3	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	8	8
4	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	7	6,8
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	9	9,2
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	8	8
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	8	8
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6,5	6,68

- Определение значения коэффициентов полинома

$$b_{123} = b_{124} = b_{134} = b_{234} = b_{1234} = 0,$$

$$b_0,$$

$$b_1,$$

$$b_2 = -069, \quad b_3 = -019, \quad b_4 = -0,19,$$

$$b_{12} + b_{34}, \quad b_{13} + b_{24} = 0,06b_{14} + b_{23}.$$

Если принять, что

$$b_{12} \approx b_{34} = \frac{1}{2}(b_{12} + b_{34}), \quad b_{13} \approx b_{24} = \frac{1}{2}(b_{13} + b_{24}), \quad b_{14} \approx b_{23} = \frac{1}{2}(b_{14} + b_{23}),$$

- представить вид полученного полинома $\hat{y} =$

Значения полинома в точках плана приведены в последнем столбце плана ДФЭ 2^{41} . В нашем случае точность его достаточно высокая.

- как достигается существенное уменьшение числа опытов для нахождения оценок неизвестных коэффициентов урезанного уравнения.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовой проект (работа) по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечены электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Приложение

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) – Инженерное дело в медико-биологической практике

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Дисциплина «Планирование биотехнического эксперимента»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

План эксперимента.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл

Что собой представляют нормированные факторы, формула перехода ним, значения верхнего и нижнего уровня кодированного фактора? Что такое интервал варьирования?

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл

Транспонировать и обратить матрицу

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{i1} & \dots & x_{m1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{i2} & \dots & x_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1U} & x_{2U} & \dots & x_{iU} & \dots & x_{mU} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1N} & x_{2N} & \dots & x_{iN} & \dots & x_{mN} \end{pmatrix}$$

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: проф. кафедры АТП _____ Б.И. Масленников

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис