

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Измерительный эксперимент в науке и технике»

Направление подготовки магистров – 27.04.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль) – Управление и информатика в технических системах
Типы задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский,
проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2021

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

Разработчик программы:
ст. преподаватель кафедры АТП

Е.В. Бусаров

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« ____ » _____ 2021 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. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Измерительный эксперимент в науке и технике» является подготовка студента к научно-технической и организационно-методической деятельности, связанной с проведением экспериментальных исследований: организация эксперимента и проведением измерений отклика объекта измерений, анализ результатов исследований, включая построение математических моделей объектов измерений.

Задачами дисциплины являются:

– получение теоретических знаний и практических навыков по выполнению научных и промышленных экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, получаемые студентами при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Математическое моделирование объектов и систем управления», «Метрология и измерительная техника».

Знания, полученные при освоении курса, используются при изучении дисциплин: «Метрология, стандартизация и технические измерения в автоматизированных системах управления технологическими процессами», «Научно-исследовательская работа».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП

Компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-9. Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК 9-1. Разрабатывает методику проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; осуществляет разработку планов и методических программ проведения исследований и разработок с использованием методов теории планирования экспериментов

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

З1. Основные методики подготовки и проведения измерительного эксперимента.

Уметь:

У1. Выбирать методику проведения эксперимента и модифицировать ее под конкретную задачу.

ИОПК 9-2. Проводит эксперименты и измерения на действующих объектах, составляет их описания и формулирует выводы

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Основные методики проведения измерительного эксперимента, получения и группировки результатов.

Уметь:

У1. Проводить эксперименты на действующих объектах в соответствии с нормативами.

ИОПК 9-3. Обрабатывает результаты экспериментов и измерений с использованием компьютерных технологий, использует методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов и изображений для анализа результатов измерений.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Математические методы обработки результатов эксперимента и построения моделей.

Уметь:

У1. Применять математические методы для обработки результатов эксперимента в соответствии с нормативными требованиями.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, практических и лабораторных занятий, 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	4	144
Аудиторные занятия (всего)		52
В том числе:		
Лекции		26
Практические занятия (ПЗ)		13
Лабораторные работы (ЛР)		13
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		92=56+36 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы		
- изучение теоретической части дисциплины		20
- подготовка к защите лабораторных работ		18
- выполнение заданий по практическим занятиям		18
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

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. Основные понятия и принципы планирования эксперимента	14	4	-	-	6+4 (экз.)
2	Основы теории планирования эксперимента. Постановка задачи о выборе оптимального плана	36	6	4	4	14+8 (экз.)
3	Многофакторные эксперименты	34	6	4	4	12+8 (экз.)
4	Выделение существенных факторов	31	4	5	2	12+8 (экз.)
5	Планы выборочного контроля. Последовательный план поиска оптимальных решений	29	6	-	3	12+8 (экз.)
Всего на дисциплину		144	26	13	13	56+36 (экз.)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1 «Основные понятия и принципы планирования эксперимента»

Основные понятия теории планирования эксперимента. Понятие о плане эксперимента. Научный и промышленный эксперимент. Размер промышленных экспериментов. Основные принципы планирования эксперимента.

Модуль 2 «Основы теории планирования эксперимента. Постановка задачи о выборе оптимального плана»

Разновидности и характеристики планов. Простые сравнивающие эксперименты. Многофакторные эксперименты. Основы построения математических моделей планов экспериментов. Постановка задачи о выборе оптимального плана

Модуль 3 «Многофакторные эксперименты»

Полный факторный план эксперимента. Большие двумерные таблицы. Дробный факторный план: неполные планы, разбиение факторных планов на блоки, дробные реплики. Последовательные эксперименты. Планы второго порядка. Многоуровневые факторные планы (МФП).

Модуль 4 «Выделение существенных факторов»

Постановка задачи. Планирование отсеивающих экспериментов.

Модуль 5 «Планы выборочного контроля. Последовательный план поиска оптимальных решений»

Виды планов выборочного контроля. Усеченный выборочный контроль. Корректировка планов выборочного контроля.

5.3 Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: формирование знаний о методиках планирования эксперимента, постановки задачи планирования	Постановка задачи планирования,	4
Модуль 3 Цель: формирование знаний о методиках проведения полного факторного эксперимента, требований к ним, методах и средствах анализа результатов эксперимента	Обработка результатов полного факторного эксперимента	4
Модуль 4 Цель: изучение методов анализа системы и выделение факторов	Выделение существенных факторов при обработке данных	2
Модуль 5 Цель: знакомство с методикой проведения выборочного контроля, определение необходимых объемов выборки, анализ данных выборочного контроля	Обработка экспериментальных данных выборочного контроля	3

5.4 Практические занятия

Таблица 4. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: формирование знаний о методиках планирования эксперимента, постановки задачи планирования	Постановка задачи планирования. Выбор факторов	4
Модуль 3 Цель: формирование знаний о методиках проведения полного факторного эксперимента, требований к ним, методах и средствах анализа результатов эксперимента	Построение двумерной таблицы ПФЭ. Построение плана второго порядка	4
Модуль 4 Цель: формирование знаний и умений при анализе объекта эксперимента, выборе существенных и вспомогательных факторов	Анализ объекта эксперимента. Обработка результатов эксперимента	5

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 в области измерительного эксперимента в науке и технике.

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 и лабораторным работам, текущему контролю успеваемости, экзамену.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. 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 p. - (ID=97492-6)

2. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / М.А. Фаддеев. - СПб.: Лань, 2008. - 117 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 115. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-8114-0817-7: 110 p. 22 к. - (ID=82661-1)

3. Афанасьева, Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: учеб. пособие для вузов по направлению 2330100 "Информ. и вычисл. техника": в составе учебно-методического комплекса / Н.Ю. Афанасьева. - М.: КноРус, 2010. - 330 с. - (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-406-00176-9: 237 p. - (ID=83950-3)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Раннев, Г.Г. Измерительные информационные системы: учебник для вузов по спец. "Информ.-измер. техника и технологии", "Авиационные приборы и измер.-вычисл. комплексы" направления подготовки "Приборостроение": в составе учебно-методического комплекса / Г.Г. Раннев. - М.: Академия, 2010. - 330 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование) (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5979-2: 422 p. 40 к. - (ID=84548-16)

2. Обработка и оценка результатов экспериментальных исследований: метод. указ. к самостоят. изучению раздела курса "Основы науч. исслед." для студентов спец. 170500 "Машины и аппараты хим. пр-в", 170600 "Машины и аппараты пищ. пр-в" / сост.: В.В. Бескоровайный, В.В. Шелгунов; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. МАХП; под общ. ред. А.Н. Чохонелидзе. - Тверь: ТвГТУ, 2003. - 24 с.: ил. - Библиогр.: с. 22. - 10 p. 70 к. - (ID=15129-53)

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)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Измерительный эксперимент в науке и технике" направления подготовки 27.04.04 Управление в технических системах. Профиль: Управление и информатика в технических системах / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. Е.В. Бусаров. - Тверь, 2017. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/{docId}>. - (ID=129127-1)

2. Расширенное описание лекционного курса по дисциплине "Измерительный эксперимент в науке и технике": в составе учебно-методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2007. - (УМК-М).- Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104761>. - (ID=104761-1)

3. Практические занятия по дисциплине "Измерительный эксперимент в науке и технике": в составе учебно-методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2007. - (УМК-П). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104760>. - (ID=104760-1)

4. Вопросы к зачету по дисциплине "Измерительный эксперимент в науке и технике": в составе учебно-методического комплекса / разработ. М.Г. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. АТП. - Тверь: ТвГТУ, 2007. - (УМК-В). - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104759>. - (ID=104759-1)

7.4. 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/129127>

8. Материально-техническое обеспечение

Занятия по курсу «Измерительный эксперимент в науке и технике» проводятся в лекционных аудиториях. Для практических и лабораторных занятий необходимо наличие компьютерного класса с выходом в сеть Интернет.

9. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

9.1. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Основные понятия теории планирования эксперимента.

2. Понятие о плане эксперимента.

3. Научный и промышленный эксперимент.

4. Размер промышленных экспериментов

5. Основные принципы планирования эксперимента.

6. Разновидности и характеристики планов.

7. Простые сравнивающие эксперименты.

8. Многофакторные эксперименты.

9. Основы построения математических моделей планов экспериментов.

10. Постановка задачи о выборе оптимального плана

11. Полный факторный план эксперимента.

12. Дробный факторный план: неполные планы, разбиение факторных планов.

13. Дробные реплики.
14. Многоуровневые факторные планы (МФП).
15. Планирование отсеивающих экспериментов.
16. Виды планов выборочного контроля.
17. Усеченный выборочный контроль.
18. Корректировка планов выборочного контроля.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочных данных, ГОСТов, методических указаний по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

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

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрена.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

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

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических, лабораторных работ и всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого 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.

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

Направление подготовки магистров – 27.04.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль) – Управление и информатика в технических системах
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»
Дисциплина «Измерительный эксперимент в науке и технике»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Понятие о плане эксперимента.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Линеаризация нелинейных моделей.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Расчет коэффициентов регрессии по данным.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: ст. преп. кафедры АТП _____ Е.В. Бусаров

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис