

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет

УТВЕРЖДАЮ
Председатель Ученого совета,
ректор, академик НАН РК
Газалиев А.М.

« ____ » _____ 20__ г.

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ МАГИСТРАНТА
(SYLLABUS)**

Дисциплина POREOM 5205 «Планирование и обработка результатов
эксперимента объектов машиностроения»

Модуль ONI 3 «Планирование и обработка»

Специальность 6М073200 – «Стандартизация и сертификация (по отраслям)»

Форма обучения – очная, научно-педагогическая

Машиностроительный факультет

Кафедра «Технологическое оборудование, машиностроение и
стандартизация»

Предисловие

Программа обучения по дисциплине для магистранта (syllabus) разработана в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным Ученым советом Университета №1 от 05.09.2016г: д.т.н., профессором Жетесовой Г.С., к.т.н., доцентом Муравьевым О.П., доктором PhD ст. преподавателем Юрченко В.В.

Обсуждена на заседании кафедры «ТОМиС»

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ « ____ » _____ 20__ г.
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом МФ

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20__ г.

Председатель _____ « ____ » _____ 20__ г.
(подпись)

Сведения о преподавателе и контактная информация

Жетесова Гульнара Сантаевна, д.т.н., профессор, зав.кафедрой ТОМиС
Муравьев Олег Павлович к.т.н., доцент кафедры ТОМиС
Юрченко Василий Викторович ст. преподаватель кафедры ТОМиС

Кафедра Технологии машиностроения находится в главном корпусе КарГТУ, Б.Мира, 56, аудитория 334 контактный телефон 56-59-35 доб. 1066.

Трудоёмкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов/ЕС TS	Вид занятий					Количество часов СРМ	Общее количество часов	Форма контроля
		количество аудиторных часов			количество часов СРМП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
1	3/5	30	15	-	45	90	45	135	Экзамен

Характеристика дисциплины

Дисциплина «Планирование и обработка результатов эксперимента» входит в цикл Базовых дисциплин (компонента по выбору) и является одной из основных дисциплин при подготовке магистрантов, которые будут заниматься вопросами планирования и обработки результатов.

Цель дисциплины

Дисциплина «Планирование и обработка результатов эксперимента» ставит целью приобретение магистрантами теоретических знаний по теоретическим основам и практическим навыкам планирования научного эксперимента, формирования у магистрантов представления о содержании основных этапов и компонентах схемы, средств и методики проведения научного опыта при наименьших затратах средств и времени.

Задачи дисциплины

Задача изучения дисциплины заключается в следующем:

- выбор магистрантами индивидуальной образовательной программы; получение полноценного и качественного профессионального образования, профессиональной компетентности;
- освоение фундаментальных курсов на стыке наук, гарантирующих им профессиональную мобильность;
- углубления индивидуальной теоретической и практической подготовки магистрантов в области планирования и обработки эксперимента;
- выработка у обучающихся способности к самосовершенствованию и саморазвитию, потребности и навыков самостоятельного творческого овладения новыми знаниями в течение всей их активной жизнедеятельности; подготовка специалистов с высоким уровнем профессиональной культуры;
- приобретение научных исследовательских навыков, участия в научных мероприятиях различного уровня, продолжения научной подготовки в докторантуре; получение необходимого минимума знаний в области вузовской педагогики и психологии и опыта преподавания в вузе.

В результате изучения курса в соответствии с требованиями Государственного стандарта специальности магистранты должны:

иметь представление:

- о физической сущности содержания работ, выполняемых на каждом этапе проведения измерительного эксперимента.

знать
– методику измерения этапов эксперимента, их последовательность выполнения и взаимосвязь.

уметь:

– выбирать схемы и средства эксперимента, обрабатывать результаты измерений.

приобрести научные и практические навыки:

– анализировать и обосновать по результату проведения эксперимента погрешность измерения, допустимую для практических целей, оценить практическую и научную значимость решаемой задачи.

Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
1. Методологические основы научной деятельности.	Все разделы
2. Организация и планирование научных исследований и инновационной деятельности.	Все разделы
3. Экология и защита окружающей среды	Все разделы
4. Системы менеджмента качества машиностроительных предприятий	Все разделы

Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Планирование и обработка результатов эксперимента» используются при написании магистерской диссертации.

Тематический план дисциплины

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРМП	СРМ
Наименование раздела (темы), час.					
1. Введение. Предмет, задачи и содержание курса «Планирование и обработка результатов эксперимента при определении качества». Роль и место в специализации инженера машиностроения.	2				
Раздел 1. Планирование эксперимента. Эксперимент как предмет исследования. Виды эксперимента: естественные и искусственные, одно- и многофакторные, активные и пассивные, лабораторные и производственные (промышленные)	2				
2 Цель эксперимента. Количественная характеристика оценки исследования – функции отклика, параметр оптимизации. Последовательный подход к выбору функции отклика. Обобщенная функция отклика	2				

3 Выбор области, схемы, числа уравнений, интервалов варьирования и кодирования факторов при планировании эксперимента. Системный подход к планированию эксперимента. Составление функциональной схемы и метрологическое обеспечение эксперимента. Использование ЭВМ, обработка и анализ результатов эксперимента	2	2			
Раздел 2. Методы обработки и анализа результатов пассивного научного эксперимента. Аналитические и графические методы анализа результатов пассивного измерительного эксперимента. Оценка адекватности математических моделей. Основные понятия, уравнения, постановка задачи, вычисление, оценка и исследование при регрессивном анализе	2	2			
5 Подход к задаче регрессии с позиции матричной алгебры. Матрицы планирования, наблюдения, коэффициентов. Информационная матрица. Ортогональное планирование как путь для вычисления коэффициентов регрессии.	2	2			
6 Корреляционный метод. Свойства коэффициентов корреляции. Особенности анализа при различных методах измерений. Дисперсионный метод. Многосторонняя и многоступенчатая классификация данного. Метод ортогональных контрастов. Множественный ранговый критерий	2	2			
7 Статистический анализ уравнения регрессии. Проверка адекватности моделей. Остаточная дисциплина и дисперсия воспроизводимости. Оценка дисперсий коэффициентов регрессии. Корреляционная матрица. Проверка гипотезы о значимости отличия коэффициентов регрессии от нуля.	2	2			
Раздел 3. Основы и планирование активного научного эксперимента.8 Параметры процесса измерения, подлежащие планированию. Отличие плана активного многофакторного эксперимента от пассивного. Применяемая символика. Понятие плана эксперимента и оптимального плана. Свойства ортогональности и рототабельности плана и экономная методика вычисления экспериментов. Полный факторный эксперимент и пробные реплики	2				

<p>9 Оптимальные симплекс-планы и методы их построения. Модели поверхностей отклика при использовании симплекс-планов. Построение оптимальных планов для поверхности второго и более высоких порядков. Планирование оптимальной кратности повторения эксперимента. Пути планирования экспериментов при очень большом числе факторов.</p>	2	2			
<p>10 Теория факторных планов. Факторная модель. Полный и факторный эксперимент. Матрица планирования. Рандомизация. Число степеней свободы. Регулярные и нерегулярные пробные реплики и их разрешающая способность. Смешивание оценок коэффициентов регрессии. Критерии оптимальности проекторных планов I-го порядка: ортогональность, рототабельность, D – оптимальность, близость плана к насыщенному</p>	2	3			
<p>11 Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные планы. Отсеивание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента. Планы, плакаты – Бермана. Модель перевала Бокса-Хамбера. Сверхнасыщенные планы. Метод случайного баланса Саттер эуайнта. Распределение математической модели. Построение матрицы планирования эксперимента. Достоинства и недостатки метода Саттер эуайнта. Математическая обработка результатов отсеивающих экспериментов</p>	2				
<p>12 Задачи оптимизации планирования эксперимента. Планирование экстремальных экспериментов. Однофакторный экстремальный метод дихотомии «золотого сечения», Кифера-Джонсона (Фибоначиев план). Многофакторный план. Метод крутого восхождения (метод движения по градиенту Бокса-Уилсона). Симплекс-планирование. Проводка модели при симплекс-планировании и его достоинства</p>	2				

Раздел 4. Планирование научного эксперимента. 13 Планирование эксперимента на изучение почти стационарной области. Выбор математической модели. Критерии оптимальности планов 2-го порядка. Центральные композиционные планы. Звездные точки. Нулевая точка. Ортогональные и рототабельные центральные композиционные планы. Достоинства и недостатки центральных композиционных планов 2-го порядка. Вычисление коэффициентов модели и их дисперсии. Проверка гипотез	2				
14 Рототабельные планы Бокса-Бенкина. Симплекс-суммирующие планы. Д-оптимальные и квази-Д-оптимальные планы 2-го порядка. В-планы и планы-Хартли. Планы Вестлейка. Анализ квадратной модели. Каноническая форма уравнения регрессии. Планирование эксперимента для уточнения параметров модели. Особенности планирования дискриминирующих экспериментов. Отношения максимального правдоподобия.	2				
15 Энтропийный подход к проблеме дискриминации. Планирование эксперимента в дуальной постановке задачи. Формулировка задачи промышленного эксперимента. Выбор отклика и факторов. Метод эволюционного планирования Бокса (ЭВОП) и его сущность. Методика расчетов. Двухфакторный эксперимент вариации ЭВОП. Достоинства и недостатки ЭВОП. Вращаемое и случайное эволюционное планирование (РОВОП). Сущность и особенность РОВОП. Структура планов РОВОП и анализ результатов эксперимента	2				
1. Виды эксперимента				1	1
2. Коллективная характеристика оценки исследования (эксперимента)				2	2
3. Задачи планирования эксперимента				2	2
4. Выбор области, схемы, числа уравнений, интервалов варьирования и кодирования факторов при планировании эксперимента				2	2
5. Аналитические и графические методы анализа результатов эксперимента				1	1
6. Матрица планирования, наблюдения. Информационная матрица				2	2
7. Ортогональное планирование для вычисления коэффициентов регрессии				2	2
8. Дисперсионный анализ, сущность и его задачи				2	2

9. Корреляционный анализ, сущность и его задачи				1	1
10. Регрессионный анализ, сущность и его задачи				2	2
11. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ				1	1
12. Остаточная дисперсия и дисперсия воспроизводимости. Оценка дисперсий коэффициентов регрессии				2	2
13. Отличие плана активного многофакторного эксперимента от пассивного				1	1
14. Полный факторный эксперимент и пробные реплики. Свойства ортогональности и ротатабельности плана				2	2
15. Оптимальные симплекс-планы и методы их построения. Модели поверхностей отклика при использовании симплекс-планов.				2	2
16. Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные и сверхнасыщенные планы				2	2
17. Планы Плаккета-Бермана. Метод случайного баланса				2	2
18. Планирование экстремальных экспериментов. Метод дихотомии, золотого сечения, Фибоначиев план				2	2
19. Центральные композиционные планы. Звездные точки. Нулевая точка				2	2
20. Ортогональные и ротатабельные центральные композиционные планы				2	2
21. Планирование эксперимента для уточнения параметров модели				2	2
22. Формулировка задачи. Выбор отклика и факторов при планировании промышленного эксперимента				2	2
23. Метод эволюционного планирования Бокса и его сущность, методика расчета				2	2
24. Последовательный симплекс-план и его сущность, процедура и описание области оптимума				2	2
25. Классификация планов дисперсионного анализа: латинские и гипер-греко-латинские квадраты, преимущества и недостатки квадратов				2	2
ИТОГО	30	15		45	45

Перечень практических занятий

1 Выбор области, схемы, числа уравнений, интервалов варьирования и кодирования факторов при планировании эксперимента.

- 2 Аналитические и графические методы анализа результатов пассивного измерительного эксперимента. Оценка адекватности математических моделей.
- 3 Матрицы планирования, наблюдения, коэффициентов. Информационная матрица. Ортогональное планирование как путь для вычисления коэффициентов регрессии.
- 4 Корреляционный метод. Свойства коэффициентов корреляции.
- 5 Статистический анализ уравнения регрессии. Проверка адекватности моделей.
- 6 Оптимальные симплекс-планы и методы их построения. Модели поверхностей отклика при использовании симплекс-планов.
- 7 Полный и факторный эксперимент. Матрица планирования. Рандомизация. Число степеней свободы.

Темы контрольных заданий для СРМ

1. Виды эксперимента
2. Коллективная характеристика оценки исследования (эксперимента)
3. Задачи планирования эксперимента
4. Выбор области, схемы, числа уравнений, интервалов варьирования и кодирования факторов при планировании эксперимента
5. Аналитические и графические методы анализа результатов эксперимента
6. Матрица планирования, наблюдения. Информационная матрица
7. Ортогональное планирование для вычисления коэффициентов регрессии
8. Дисперсионный анализ, сущность и его задачи
9. Корреляционный анализ, сущность и его задачи
10. Регрессионный анализ, сущность и его задачи
11. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ
12. Остаточная дисперсия и дисперсия воспроизводимости. Оценка дисперсий коэффициентов регрессии
13. Отличие плана активного многофакторного эксперимента от пассивного
14. Полный факторный эксперимент и пробные реплики. Свойства ортогональности и ротатабельности плана
15. Оптимальные симплекс-планы и методы их построения. Модели поверхностей отклика при использовании симплекс-планов.
16. Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные и сверхнасыщенные планы
17. Планы Плаккета-Бермана. Метод случайного баланса
18. Планирование экстремальных экспериментов. Метод дихотомии, золотого сечения, Фибоначиев план
19. Центральные композиционные планы. Звездные точки. Нулевая точка
20. Ортогональные и ротатабельные центральные композиционные планы
21. Планирование эксперимента для уточнения параметров модели
22. Формулировка задачи. Выбор отклика и факторов при планировании промышленного эксперимента
23. Метод эволюционного планирования Бокса и его сущность, методика расчета
24. Последовательный симплекс-план и его сущность, процедура и описание области оптимума
25. Классификация планов дисперсионного анализа: латинские и гипер-греко-латинские квадраты, преимущества и недостатки квадратов

График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи

Тестовый (письменный) опрос	Проверка усвоения теоретических знаний	[1], [4], [8], [12], [18], конспекты лекций	1 контактный час	Рубежный	7, 14 недели
Проверка конспекта лекций	Закрепление теоретических знаний	[1], [4], [8], [12], [18], конспекты лекций	1 контактный час	Текущий	2, 4, 7, 10, 12, 14 недели
Реферат	Проверка усвоения материала дисциплины самостоятельно подготовленного магистрантами	Весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Текущий	7,14 недели
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Весь перечень основной и дополнительной литературы, конспекты лекций	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии

Критерии оценки знаний магистрантов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Цифровые эквиваленты буквенной оценки	Процентное содержание усвоенных знаний	Оценка по традиционной системе
A A-	4,0 3,67	95-100 90-94	Отлично
B+ B B-	3,33 3,0 2,67	85-89 80-84 75-79	Хорошо
C+ C C- D+ D-	2,33 2,0 1,67 1,33 1,0	70-74 65-69 60-64 55-59 50-54	Удовлетворительно
F	0	0-49	Неудовлетворительно

Политика и процедуры

При изучении дисциплины «Планирование и обработка результатов эксперимента» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу предоставлять справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. В случае пропусков лекций или СРМП по уважительной причине разрешается переписать у магистрантов группы.
4. Любые пропуски лабораторных работ подлежат обязательной отработке в лаборатории.
5. Задания и консультации по пропущенным занятиям получить у преподавателя

индивидуально в офисное время.

6. Активно участвовать в учебном процессе.
7. Магистрант должен своевременно выполнять и сдавать работы строго по календарному графику.
8. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателям.

Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Список основной литературы

1. Адлер Ю.М. Введение в планирование эксперимента. М.: Металлургия, 2006. – 296 с.
2. Хартман К., Лецкий Э., Шофер В., Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.: Мир, 2007.–208 с.
3. Горский В.Г., Адлер Ю.П. Планирование промышленных экспериментов. М.: Металлургия, 2007. – 274 с.
4. Налимов В.В., Чернова И.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 2008. – 349 с.
5. Аубакирова Г.О. Практикум по метрологии, стандартизации и управлению качеством. Алма-Ата.: «Рауан», 2006. – 112 с.
6. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 2007.–186 с.
7. Ящерицын Г.И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении. Минск.: Высшая школа, 2009. – 256 с.
8. Барановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерении. Ленинград.: Энергоатомиздат, 2006. – 274 с.

Вопросы для самоконтроля

1. Что является основой эксперимента?
2. Виды и формулы для нормализации факторов.
3. Область применения матрицы условий эксперимента.
4. Статистическая проверка случайности и независимости результатов: формулы и критерии.
5. При каких условиях дисперсионного анализа влияние фактора существенно?
6. Какой предназначен анализ для выявления влияния значимости связи между значениями случайных величин?
7. Определение доверительного интервала $D [X]$ генеральной совокупности N (формулы, критерий).
8. Определение силы линейной статистической связи между X и Y (формулы).
9. Какой критерий применяется при дисперсионном анализе, если влияние фактора X не существенно и все результаты относятся к одной совокупности?
10. При каком критерии принимается гипотеза, что коэффициент корреляции не равен нулю?
11. Какой критерий подтверждает гипотезу о равенстве дисперсий при числе факторов больше 2?
12. Что определяет исправленная выборочная дисперсия при дисперсионном анализе?
13. Сущность и область применения дисперсионного анализа (формулы, критерии).
14. Сущность и область применения корреляционного анализа (формулы, критерии).
15. Сущность и область применения регрессионного анализа (формулы, критерии).
16. Обнаружение грубых погрешностей (формулы, критерии).
17. При каком соотношении критерия принимается гипотеза, что коэффициент корреляции равен нулю?
18. Планы активного и пассивного эксперимента.

19. Полный факторный эксперимент и пробные реплики.
20. Ортогональные и рототабельные планы и их свойства, преимущество и недостатки.
21. Оптимальные симплекс-планы и методы их построения.
22. Модели поверхностей отклика при использовании симплекс-плана (формулы, критерии).
23. Планирование отсеивающих экспериментов (формулы, критерии).
24. Насыщенные и сверхнасыщенные планы (формулы, критерии).
25. Планы Плаккета-Бермана, область применения (формулы, критерии).
26. Метод случайного баланса, область применения (формулы, критерии).
27. Латинские квадраты, область применения и методика их применения.
28. Греко-латинские квадраты, область применения и методика их применения.
29. Гипер-греко-латинские квадраты, область применения и методика их применения.
30. Двухфакторный дисперсионный анализ (методика, формулы, критерии).
31. Корреляционный анализ (методика, поле и таблица корреляции, критерии).
32. Многофакторный регрессионный анализ (методика, формулы, критерии).
33. Методика корректировки коэффициентов регрессии (формулы, критерии).

Гос. изд. лиц. № 50 от 31.03.2004 г. Подписано в печать

г.

Формат 60x90/16

Усл.печ.л.

п.л.

Тираж

экз.

Заказ

Цена договорная

Издательство Карагандинского государственного технического университета
100027, Караганда, б.Мира, 56