

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 6M071200 – «Машиностроение»

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.

### Трудоемкость 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 Плакетта-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