ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ
ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
2FC246F6C633D54EB0E94DC86683EC3124321638
Владелец: Глебов Владимир Владимирович
Действителен: с 07.09.2021 до 07.12.2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Глебов В.В.
«_19_» __марта_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 Теория планирования эксперимента
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств _____
(код и направление подготовки)

Направленность: Технология машиностроения _____
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: очная, очно-заочная _____
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2020 _____

Объем дисциплины: 144/4 з.е. _____
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: экзамен_____
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра: Технология машиностроения _____
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик: Технология машиностроения_____
(*наименование кафедры)*

Разработчик(и): Лещева О.В., к.ф.-м.н., доцент _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3+) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1485 на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 30.12.2019 г. № 2

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 26.02.2020 г. № 3

Заведующий кафедрой _____ Глебов В.В.

(подпись) *(ФИО)*

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК института

протокол от 19.03.2020 г. № 2

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.

(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 15.04.05-25

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.

(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.

(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля) 4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) 4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 5
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам 5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам 6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 8
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания 8
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины 11
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости **Ошибка! Закладка не определена.**
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине 14
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 15
6.1 Учебная литература 15
6.2 Справочно-библиографическая литература 15
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям 15
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 15
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы 15
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины 15
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) 16
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ). 17
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии 17
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа 17
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах 17
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа 17
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся 17
10.7 Методические указания для выполнения курсового проекта / работы 17
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса 18

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Теория планирования эксперимента» является изучение методов построения, расчета и оценки моделей многофакторных экспериментов в области машиностроения.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

– участие в разработке теоретических моделей, позволяющих исследовать качество выпускаемых изделий, технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств;

– математическое моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований.

– участие в разработке алгоритмического и программного обеспечения машиностроительных производств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Теория планирования эксперимента» включена в перечень дисциплин обязательной части, определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математическое моделирование в машиностроении», «Производственные и технологические процессы в машиностроении», «Технологическое обеспечение качества».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Теория планирования эксперимента», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Теория планирования эксперимента» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Теория планирования эксперимента» направлен на формирование элементов общепрофессиональной компетенции ПСК-1 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами (очная форма)

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины Компетенции берутся из УП по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
ПСК-1				
Методология научных исследований в машиностроении				
Менеджмент в сфере инновационных технологий				
Теория планирования эксперимента				
Методы вычислительной математики в решении инженерных задач				
Моделирование технологических процессов на основе CAE анализа				

Патентоведение				
Математическое моделирование в машиностроении				
Научно-исследовательская работа				
Подготовка и защита ВКР				

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Теория планирования эксперимента», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПСК-1 способность выполнять патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг), разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований, проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, управлять результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и определять сферы их применения	**Знать:** преимущества методов активного эксперимента, требования, предъявляемые к элементам многофакторных экспериментов, классификацию видов эксперимента; правила, возможности и особенности построения различных экспериментальных планов; критерии оптимальности планов	**Уметь:** отбирать факторы и определять область факторного пространства; строить планы первого и второго порядка находить и оценивать основные параметры и адекватность модели в целом; анализировать влияние отдельных факторов и их комбинаций; моделировать изменение параметров, отыскивать причины таких изменений; проводить оптимизацию результатов моделирования	**Владеть:** навыками использования стандартного программного обеспечения при создании и расчете экспериментальных моделей

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. ед. или 144 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного / очно-заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		3 /4 семестр	№ семестра
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	**144/144**	**144/144**	
1. Контактная работа:	**53/21**	**53/21**	
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	**48/16**	**48/16**	
занятия лекционного типа (Л)	10/2	10/2	
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	26/10	26/10	
лабораторные работы (ЛР)	12/4	12/4	
1.2. Внеаудиторная, в том числе	**5/5**	**5/5**	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	3/3	3/3	

контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2/2	
2. Самостоятельная работа (СРС)	**91/121**	**91/121**	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	18/18	18/18	
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	**55/85**	**37/67**	
Подготовка к экзамену (контроль)			
Подготовка к зачету / зачету с оценкой (контроль)	**18/18**	**36/36**	

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	**Наименование разделов, тем**	**Виды учебной работы (час)**				**Вид СРС**
		Контактная работа			**Самостоятельная работа студентов**	
		Лекции	**Лабораторные работы**	**Практические занятия**		
3 семестр/ 4 семестр						
ПСК-1	**Раздел 1.** Планы первого порядка					
	Тема 1.1 Основы планирования эксперимента. Тема 1.2. Полный и дробный факторный эксперимент	4/1			4/4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №1 Линейная двухфакторная модель Практическая работа №2 Оценка адекватности линейной модели Практическая работа №3 Дробный факторный эксперимент			4/4 4/4 4/0	4/10	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.2]
	Лабораторная работа №1. ПФЭ многофакторной модели		4/0		4/6	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2],[6.2.2]
	Итого по 1 разделу	**4/1**	**4/0**	**12/8**	**12/20**	
	Раздел 2. Планы второго порядка					
	Тема 2.1 Центральное композиционное ортогональное планирование Тема 2.2. Центральное композиционное ротатабельное планирование	4/1			6/14	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №4. Многофакторная модель ЦКОП. Практическая работа №5. Ротатабельные планы второго порядка			4/0 4/0	10/14	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]
	Лабораторная работа №2. Ортогональные планы второго порядка		4/4		8/12	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2],[6.2.2]
	Итого по 2 разделу	**4/1**	**4/4**	**8/0**	**24/40**	
	Раздел 3. Оптимизация результатов					

	Тема 3.1 Градиентные и неградиентные методы оптимизации	2/0			4/4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]
	Практическая работа №6. Неградиентные методы поиска оптимума Практическая работа №7. Особые методы планирования эксперимента			4/0 2/2	6/10	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1]
	Лабораторная работа №3. Градиентная оптимизация		4/0		9/11	Подготовка к лабораторным занятиям [6.1.2],[6.2.2]
	Итого по 4 разделу	**2/1**	**4/0**	**6/2**	**13/25**	
	Расчетно-графическая работа				**18/18**	Подготовка РГР [6.1.2], [6.2.2]
	Итого	**10/2**	**12/4**	**26/10**	**73/103**	

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Индивидуальные задания Информационно-коммуникационные технологии
Лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Индивидуальные задания Информационно-коммуникационные технологии

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценочные процедуры текущего контроля успеваемости по дисциплине «Теория планирования эксперимента» проводятся преподавателем дисциплины.

Для оценки текущего контроля **знаний** используются тесты, сформированные в системе MOODLE.

Тесты по разделам 1-3 содержат по 10 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 10 минут. На каждый тест дается 2 попытки.

Для оценки текущего контроля **умений** и **навыков** проводятся практические занятия в форме выполнения заданий и выдается задание РГР. При выполнении практического задания и РГР преподавателем оценивается качество выполненного задания, срок его выполнения, качество и срок оформления отчета, ответы на вопросы преподавателя.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (дифференцированному зачету), если в результате изучения разделов дисциплины в ходе текущего контроля ответил верно на 60% вопросов тестов, предоставил отчеты по всем практическим работам и защитил РГР.

Билет для промежуточной аттестации содержит 2 теоретических вопроса и практическое задание, время на подготовку ответов и решение задания - 45 минут. Промежуточная аттестация считается пройденной, если студент набрал не менее 3 баллов.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (таблица 5.3).

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
		1 балл	0 баллов	
ПСК-1 способность выполнять патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг), разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований, проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, управлять результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и определять сферы их применения	**Знать:** преимущества методов активного эксперимента, требования, предъявляемые к элементам многофакторных экспериментов, классификацию видов эксперимента; правила, возможности и особенности построения различных экспериментальных планов; критерии оптимальности планов	Верно выполнено 60 процентов и более вопросов каждого теста*	Верно выполнено менее 60 процентов вопросов каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины в СДО MOODLE
	Уметь: отбирать факторы и определять область факторного пространства; строить планы первого и второго порядка находить и оценивать основные параметры и адекватность модели в целом; анализировать влияние отдельных факторов и их комбинаций; моделировать изменение параметров, отыскивать причины таких изменений; проводить оптимизацию результатов моделирования	Практические задания и лабораторные работы выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания и лабораторные работы не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практических заданий ПЗ №№1-7 ЛБ№1-3,РГР (см. табл. 4.2),
	Владеть: навыками использования стандартного программного обеспечения при создании и расчете экспериментальных моделей	Практические задания и лабораторные работы выполнены качественно, оформлены в срок и в полном объеме**	Практические задания и лабораторные работы не выполнены и не оформлены	Контроль выполнения практического задания ПЗ №1-7, ЛБ№1-3, РГР (см. табл. 4.2),

**) за каждый тест назначается по 1 баллу;*

***) за каждое практическое занятие назначается по 1 баллу.*

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (экзамен)

Код и наименование компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
		2 балла	1 балл	0 баллов	
ПСК-1 способность выполнять патентные исследования и определять характеристики продукции (услуг), разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований, проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, управлять результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и определять сферы их применения	**Знать:** преимущества методов активного эксперимента, требования, предъявляемые к элементам многофакторных экспериментов, классификацию видов эксперимента; правила, возможности и особенности построения различных экспериментальных планов; критерии оптимальности планов	Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на теоретический вопрос билета
		Представлен развернутый ответ на вопрос	Представлен не полный ответ на вопрос	Ответ на вопрос отсутствует	Ответ на дополнительные вопросы
	Уметь: отбирать факторы и определять область факторного пространства; строить планы первого и второго порядка находить и оценивать основные параметры и адекватность модели в целом; анализировать влияние отдельных факторов и их комбинаций; моделировать изменение параметров, отыскивать причины таких изменений; проводить оптимизацию результатов моделирования	Задание решено верно	Задание решено с ошибками	Задание не решено	Решение задач билета

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Баллы за текущую успеваемость*	Баллы за промежуточную аттестацию		Оценка
	Суммарное количество баллов**	Баллы за решение задач**	
0 баллов	0…2 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
13/7 баллов + РГР	3 балла	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
13/7 баллов + РГР	4…5 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
13/7 баллов + РГР	6 баллов	не менее 2 баллов	«отлично»

**) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;*
***) – количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.*

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

выполнение практических заданий и лабораторных работ,

оформление отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам;

выполнение, оформление и защита расчетно-графической работы;

тестирование в СДО MOODLE по различным разделам дисциплины.

Типовые тестовые задания для текущего контроля

Раздел 1. Планы первого порядка

Планирование эксперимента – это…

А) процедура проведения серии опытов для решения поставленной задачи

Б) процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью

В) процедура отбора эмпирических данных, подтверждающих проверяемую гипотезу

Раздел 2. Планы второго порядка

Ротатабельность плана – это …

А) способность математической модели предсказывать значение параметра у с одинаковой точностью на равных расстояниях от центра эксперимента независимо от направления

Б) способность математической модели предсказывать значение параметра у с одинаковой точностью в центре плана и на границе экспериментальной области

В) способность математической модели предсказывать значение параметра у с одинаковой точностью на всей экспериментальной области

Раздел 3. Оптимизация результатов

1. Эксперимент, который ставится для решений задач оптимизации, называется …

А) оптимальным

Б) экстремальным

В) минимальным

2. Какие координаты в трехмерном пространстве имеет вектор градиента для модели, заданной уравнением f(x, y, z)=8+x+8z ?

А) (1, 0, 8)

Б) (8, 0, 8)

В) (8, 1, 8)

Типовые задания для практических занятий

Раздел 1. Планы первого порядка

Практическая работа №1. Линейная двухфакторная модель

Задание. На основе полного факторного эксперимента (ПФЭ) требуется построить регрессионное уравнение первого порядка по исходным данным своего варианта. Произвести оценку параметров полученного уравнения и модели в целом. Дать геометрическую интерпретацию полученной модели. По смоделированному процессу требуется рассчитать значение функции отклика при заданных значениях факторов.

Раздел 2. Планы второго порядка

Практическая работа №4. Многофакторная модель ЦКОП.

Задание. Требуется построить регрессионное уравнение второго порядка для трех факторов, используя центральное композиционное ортогональное планирование по исходным данным своего варианта. Произвести оценку параметров полученного уравнения и модели в целом.

Раздел 3. Оптимизация результатов

Практическая работа №6. Неградиентные методы поиска оптимума целевой функции отклика

Задание. Методом покоординатного спуска (Гаусса-Зейделя) для функции, заданной уравнением, определить минимум с заданной точностью и начальной точкой. Расчет (каждый шаг итераций) оформить в Excel.

Типовые задания для лабораторных занятий

Раздел 1. Планы первого порядка

Лабораторная работа №1. ПФЭ многофакторной модели

Задание. Построить линейную регрессионную модель процесса на основе полного факторного эксперимента. По исходным данным определить факторы и интервалы их варьирования для функции отклика. Построить план проведения полного факторного эксперимента. Определить коэффициенты уравнения регрессии Проверить значимость коэффициентов регрессии Проверить модель на адекватность Проанализировать полученные результаты: определить, какой из факторов оказывает наибольшее воздействие на функцию отклика, а какой- наименьшее. Получить уравнение регрессии после раскодирования факторных переменных.

Раздел 2. Планы второго порядка

Лабораторная работа №2. Ортогональные планы второго порядка

Задание. Требуется построить регрессионное уравнение второго порядка для двух факторов, используя центральное композиционное ортогональное планирование по исходным данным. Произвести оценку параметров полученного уравнения и модели в целом. Определить, какой из факторов оказывает наибольшее воздействие на функцию отклика.

Раздел 3. Оптимизация результатов

Лабораторная работа №3. Градиентная оптимизация

Задание. Методом крутого восхождения Бокса –Уилсона для функции, заданной уравнением, определить минимум с заданной точностью и начальной точкой. Расчет (каждый шаг итераций) оформить в Excel.

Типовые задания для расчетно-графической работы

Задача 1. По исходным данным задачи (по вариантам), разработать в MS Excel регрессионную модель полного факторного эксперимента:

1. 1. Определить пределы варьирования и значения нулевых уровней факторов, выполнить нормировку факторов и кодирование переменных.

1. 2. Составить матрицу планирования для полного трехфакторного эксперимента с использованием дополнительного нулевого фактора (X0=1).

1.3. Произвести проверку однородности данных по критерию Кохрена.

1.4. Найти коэффициенты уравнения регрессии и проверить их значимость по t-критерию Стьюдента.

1.5. Составить уравнение регрессии в кодированном виде.

1.6. Произвести оценку адекватности модели в целом по F-критерию Фишера.

Задача 2. По исходным данным задачи (по вариантам), разработать в MS Excel модель второго порядка, используя центральное композиционное ортогональное планирование:

2.1. Определить композицию плана (число опытов ядра, звездных точек, точек в центре плана).

2.2. Осуществить выбор плеча звёздных точек d и величину φ.

2.3. Составить матрицу планирования, используя дополнительные данные.

2.4. Найти коэффициенты уравнения регрессии и проверить их значимость.

2.5. Произвести оценку адекватности модели в целом.

2.6. В случае, если модель адекватна, определить, какие из факторов оказывают наибольшее влияние на функцию отклика, а какие – наименьшее. Получить уравнение регрессии в декодированных переменных.

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Преимущества активного эксперимента.
2. Критерии оптимальности планов эксперимента.
3. Факторный эксперимент. Требования к факторам и функции отклика.
4. Построение планов первого порядка. Полный факторный эксперимент.
5. Правила составления дробных реплик. Генерирующее соотношение. Определяющий контраст. Смешанные оценки.
6. Геометрическая интерпретация результатов моделирования ПФЭ.
7. Алгоритм централизованного композиционного планирования. Ортогональные планы.
8. Формула определения числа опытов для модели второго порядка.
9. Построение «звездных» точек.
10. Централизованное композиционное ротатабельное планирование.
11. Методы поиска оптимальных условий.
12. Метод покоординатного спуска (Гаусса-Зейделя).
13. Метод Хука и Дживса (метод конфигураций)
14. Симплексные алгоритмы.
15. Метод крутого восхождения. Градиент. Расчет шагов.
16. Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса

Перечень заданий для подготовки к зачету

Задача 1. Построить матрицу планирования полного факторного эксперимента для двух (трех) факторов на двух уровнях.

Задача 2. Определить однородность экспериментальных данных по критерию Кохрена.

Задача 3. Из предложенных данных выбрать позиции, подходящие для построения плана ПФЭ для двух (трех) факторов на двух уровнях.

Задача 4. Построить матрицу планирования центрального композиционного ортогонального планирования для двух (трех) факторов на двух уровнях.

Задача 5. Построить матрицу планирования центрального композиционного ротатабельного планирования для двух (трех) факторов на двух уровнях.

Задача 6. Дать общую оценку известного уравнения регрессии ПФЭ для двух (трех) факторов на двух уровнях, если известны дисперсии воспроизводимости и адекватности.

Задача 7. Дать геометрическую интерпретацию заданного уравнения регрессии первого (второго) порядка. Выполнить построение в Excel.

Задача 8. По таблице случайного баланса ранжировать факторы и их взаимодействия по значимости для функции отклика.

.

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Теория планирования эксперимента» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для элементов компетенции **ПСК-1**, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.3).

Таблицы 5.4 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПСК-1					
Знать: преимущества методов активного эксперимента, требования, предъявляемые к элементам многофакторных экспериментов, классификацию видов эксперимента; правила, возможности и особенности построения различных экспериментальных планов; критерии оптимальности планов	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: отбирать факторы и определять область факторного пространства; строить планы первого и второго порядка находить и оценивать основные параметры и адекватность модели в целом; анализировать влияние отдельных факторов и их комбинаций; моделировать изменение параметров, отыскивать причины таких изменений; проводить оптимизацию результатов моделирования	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ, ЛБ, РГР, Промежуточная аттестация
Владеть: навыками использования стандартного программного обеспечения при создании и расчете экспериментальных моделей	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ,ЛБ, РГР,

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28403.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.1.2 Румянцев Б.М. Эксперимент и моделирование при создании новых изоляционных и отделочных материалов [Электронный ресурс]: монография/ Румянцев Б.М., Жуков А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 156 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23755.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Воробьёв А.Л. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьёв А.Л., Любимов И.И., Косых Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 344 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33648. — ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.2.2 Лещева О.В. Математическое моделирование производственных процессов. Учебное пособие. – Саратов: Вузовское образование, 2021. –208 с. ISBN 978-5-4487-0764-3. –Текст: электронный//ЭБС IPR BOOKS:[сайт]. –URL: http://www.iprbooksshop.ru/102239.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 Методические рекомендации для лабораторных работ по освоению дисциплины «Теория планирования эксперимента». Рекомендованы заседанием кафедры «Технология машиностроения» АПИ НГТУ, протокол №5 от 20.04.21г.

6.3.2 Методические рекомендации для практических работ по освоению дисциплины «Теория планирования эксперимента». Рекомендованы заседанием кафедры «Технология машиностроения» АПИ НГТУ, протокол №5 от 20.04.21г.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: https://e.lanbook.com

7.1.3 Государственное учреждение «Центр исследований и статистики науки» ЦИСН. Официальный сайт: http://www.csrs.ru/about/default.htm

7.1.4 Национальный открытый университет http://www.intuit.ru

7.1.5 Образовательный математический сайт http://www.exponenta.ru

7.1.6 Математическое бюро http://www.MatBuro.ru

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Microsoft Office (Excel, Power Point, Word);

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
5 - Лаборатория «Компьютерное моделирование» г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	13 компьютеров с установленным программным обеспечением мультимедийный проектор экран для проектора
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины, используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам

проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания для лабораторных занятий

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания для практических занятий

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков в рамках материалу дисциплины.

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по выполнению работ, требования к их оформлению, порядок сдачи.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические

материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6 Методические указания для выполнения РГР

Вариант индивидуального задания и методические указания по выполнению расчетно-графической работы выдаются обучающимся в начале изучения курса или по мере прохождения соответствующих тем. Расчетно-графическая работа оформляется в виде отчета, в котором отражаются исходные данные индивидуального задания, основные этапы решения задач, ответы на поставленные вопросы и выводы с обязательным приложением соответствующих расчетов, таблиц и графиков.

10.7 Методические указания курсового проекта/работы (не предусмотрено учебным планом)

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Глебов В.В.
«____»_____ 20___ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____№ ____

Заведующий кафедрой _____ _____

(подпись) *(ФИО)*

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____№ _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.

(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.

(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.

(подпись)