

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ключков Юрий Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 07.02.2025 15:00

Уникальный программный ключ:

4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

**ТОМСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт геологии и нефтегазодобычи

Кафедра машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИГиН

Портнягин А.Л.

2022 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**


Дисциплина: 2.1.5.2. Методы оптимизации в планировании экспериментов

Научная специальность: 2.5.2 Машиноведение

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 29.08 2022 г. и требованиям программы аспирантуры научной специальности 2.5.2 Машиноведение к результатам освоения дисциплины 2.1.5.2. «Методы оптимизации в планировании экспериментов».

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности»

Протокол № 1 от «09» 09 2022 г.

Заведующий кафедрой  В.Н. Сызранцев

«10» 09 2022 г.

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий выпускающей кафедрой

 В.Н. Сызранцев

«10» 09 2022 г.

Начальник УНИиР  Д.В. Пяльченков

«12» 09 2022 г.

Начальник ОПНиНПК  Е.Г. Ишкина

«12» 09 2022 г.

Рабочую программу разработал:  
В.Н. Сызранцев, профессор, д-р техн. наук, профессор



## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель дисциплины:** формирование системы знаний и практических навыков в области методов поиска экстремумов функций отклика в процессе проведения компьютерных или экспериментальных исследований и обработки данных.

### **Задачи дисциплины:**

- сформировать систему знаний о методах поиска локальных экстремумов функций отклика при обработке экспериментальных данных;
- овладеть современными методами планирования активных экспериментов и обработки данных методами непараметрической статистики.

## 2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Методы оптимизации в планировании экспериментов» относится к дисциплинам образовательного компонента (дисциплинам по выбору), формируемого участниками образовательных отношений учебного плана.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины заключается в логическом, последовательном изложении процедур поиска экстремумов функции отклика, описывающей результаты компьютерных или физических экспериментов моделирования процессов функционирования деталей и узлов нефтегазового оборудования.

## 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Таблица 1

Курс / семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практические занятия		
1 / 1	24	24	96	Зачет

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1 Структура дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия		СРО, Час.	Всего, Час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
1	1	Раздел 1 «Случайные величины. Определение функций плотности распределения случайных величин методами непараметрической статистики»	8	8	32	48	Индивидуальное задание
2	2	Раздел 2 «Теория планирования экспериментов. Линейные одно и многофакторные модели. Нелинейные модели»	8	8	32	48	Индивидуальное задание
3	3	Раздел 3 «Численные методы определения коэффициентов нелинейных моделей и поиска экстремума функции отклика»	8	8	32	48	Индивидуальное задание, зачет
Итого			<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>	<b>144</b>	

## 5.2 Содержание дисциплины

### 5.2.1 Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Раздел 1 «Случайные величины. Определение функций плотности распределения случайных величин методами непараметрической статистики»	Случайные величины, численные характеристики случайных величин. Законы случайных величин, описанные в рамках параметрической статистики. Основы непараметрической статистики. Восстановление неизвестной функции плотности распределения случайных величин на основе оценок Парзена-Розенблатта и методом эмпирического риска. Расчет квантильных оценок.
2	Раздел 2 «Теория планирования экспериментов. Линейные одно и многофакторные модели. Нелинейные модели»	Планирование экспериментальных исследований. Пассивные и активные эксперименты. Характеристика планов экспериментов. Математическое обеспечение метода наименьших квадратов и метода наименьших модулей. Планирование экспериментов для построения линейных одно и многофакторных моделей. Планирование экспериментов при построении нелинейных моделей.
3	Раздел 3 «Численные методы определения коэффициентов нелинейных моделей»	Определение параметров нелинейных моделей на основе численных методов решения систем трансцендентных уравнений. Численные методы поиска минимума гладкой функции отклика. Численные методы поиска

и поиска экстремума функции отклика»	минимума негладкой функции отклика. Эффективные методы численного решения общей задачи прикладного нелинейного программирования.
--------------------------------------	--

## 5.2.2 Содержание дисциплины по видам учебных занятий

### Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
1	1	4	Случайные величины, численные характеристики случайных величин. Законы случайных величин, описанные в рамках параметрической статистики.
2	1	4	Основы непараметрической статистики. Восстановление неизвестной функции плотности распределения случайных величин на основе оценок Парзена-Розенблатта и методом эмпирического риска. Расчет квантильных оценок.
3	2	4	Планирование экспериментальных исследований. Пассивные и активные эксперименты. Характеристика планов экспериментов. Математическое обеспечение метода наименьших квадратов и метода наименьших модулей.
4	2	4	Планирование экспериментов для построения линейных одно и многофакторных моделей. Планирование экспериментов при построении нелинейных моделей.
5	3	4	Определение параметров нелинейных моделей на основе численных методов решения систем трансцендентных уравнений. Численные методы поиска минимума гладкой функции отклика.
6	3	4	Численные методы поиска минимума негладкой функции отклика. Эффективные методы численного решения общей задачи прикладного нелинейного программирования.
Итого		24	

### Практические занятия

Таблица 5

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема занятия
1	1	4	Подбор по экспериментальным данным законов, разработанных в рамках параметрической статистики
2	1	4	Восстановление по заданной выборке случайной величины функции плотности ее распределения на основе оценок Парзена-Розенблатта. Расчет квантильных оценок случайной величины.
3	2	4	Обработка данных планирования эксперимента с помощью

			модели, описываемой полиномом первого порядка, на основе полного факторного плана.
4	2	4	Определение методом наименьших квадратов параметров модели плана эксперимента второго порядка.
5	3	4	Решение численным методом системы нелинейных уравнений.
6	3	4	Поиск экстремума овражной функции отклика при наличии ограничений
Итого		24	

### Самостоятельная работа

Таблица 6

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СР
1	1	32	Восстановление функций плотности распределения случайных величин методом эмпирического риска.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий
2	2	32	Характеристика МГУА при выборе вида функции отклика.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий
3	3	32	Методы решения систем трансцендентных уравнений разной размерности. Характеристика, особенности реализации метода конфигураций.	Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий
Итого		96		

5.2.3 Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

1. *Традиционные образовательные технологии* ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к аспиранту/соискателю. Предполагают последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя). Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. *Технологии проблемного обучения* – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирование активной познавательной деятельности аспирантов.

3. *Контекстное обучение* – мотивация аспирантов/соискателей к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

4. *Опережающая самостоятельная работа* – изучение аспирантами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

## **6. Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Проблемы методов параметрической статистики.
2. Достоинства и недостатки методов непараметрической статистики.
3. Характеристика ядерных функций.
4. Основные этапы восстановления неизвестной функции плотности распределения на основе оценки Парзена-Розенблатта.
5. Расчет квантильных оценок случайной величины.
6. Основные этапы восстановления неизвестной функции плотности распределения случайной величины методом эмпирического риска.
7. Цели и задачи планирования пассивных экспериментов.
8. Цели и задачи активных экспериментов.
9. Достоинства и недостатки метода наименьших квадратов.
10. Достоинства и недостатки метода наименьших модулей.
11. Факторы, выбор основного уровня, интервала варьирования и числа уровней факторов.
12. Выбор математической модели при планировании эксперимента.
13. Матрица планирования двухфакторного эксперимента.
14. Матрица планирования трехфакторного эксперимента.
15. Полный факторный эксперимент и дробный факторный эксперимент.
16. Математическая модель первого порядка для описания экспериментальных данных.
17. Математическая модель второго порядка для описания экспериментальных данных.
18. В чем заключается планирование экстремальных экспериментов.
19. Аппроксимация экспериментальных данных на основе нелинейной регрессионной модели.
19. Определение коэффициентов нелинейного регрессионного уравнения методом наименьших квадратов.
20. Численные методы решения системы нелинейных уравнений.
21. Численные методы поиска экстремума гладкой функции.
22. Численные методы поиска экстремума овражной функции.

Зачет проводится в форме устного собеседования по билетам. Перед аспирантом в билете ставятся три вопроса (по одному вопросу из каждого раздела дисциплины).

## **7. Оценка результатов освоения дисциплины**

Текущий контроль осуществляется в виде устных опросов на практических занятиях.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения:

Таблица 7

Оценка	Критерий оценки
«Зачтено»	- если аспирант твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при выполнении заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;
«Не зачтено»	-если ответ аспиранта показывает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности выполнения заданий; допускает серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

8.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань» <http://e.lanbook.com>;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru);
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://e.lanbook.com>;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <http://elibrary.ru/>;
- ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>; - Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа) <http://bibl.rusoil.net>;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта) <http://lib.ugtu.net/books>;
- ЭБС «Проспект» <http://ebs.prospekt.org>;
- ЭБС «Консультант студент» <http://www.studentlibrary.ru>;
- Международная реферативная база данных научных изданий Scopus через национальную подписку Минобрнауки России <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>;
- Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science через национальную подписку Минобрнауки России [http://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=C3GMzZcRDcdeQjkr97C&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C3GMzZcRDcdeQjkr97C&preferencesSaved=);
- Международная реферативная база данных научных изданий «Международный европейский индекс цитирования в области гуманитарных наук European Reference Index for the Humanities (ERIH)» (в открытом доступе) <https://cloud.mail.ru/stock/aKSRBw5xaf1ZA75hoY8iV5a7>.



8.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus, Mathcad 14.0 (Лицензия PO Number 302/Ni010620, SCN 7A1355535 бессрочно).

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 8

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины / модуля	Перечень технических средств, необходимых для освоения дисциплины / модуля (демонстрационное оборудование)
1		Персональный компьютер в сборе
2		Проектор
3		Мультимедийный экран

## 10. Методические указания по организации самостоятельной работы

10.1 Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

Под подготовкой к практическим занятиям подразумевается активная самостоятельная индивидуальная работа аспиранта, выполняемая им в свободное от учебы время и до начала практического занятия. В процессе подготовки к практическому занятию аспирант/соискатель должен:

- внимательно ознакомиться с планом занятия;
- изучить конспект лекции;
- изучить и при необходимости законспектировать рекомендуемую литературу;
- изучить соответствующие нормативно-правовые акты;
- самостоятельно проверить свои знания, руководствуясь контрольными вопросами
- выполнить самостоятельную работу по предложенному плану.

В планы отдельных занятий включены основные вопросы изучаемой темы по программе курса. В связи с тем, что объём учебных часов недостаточен, часть тем (вопросов) курса изучается аспирантами самостоятельно.

По каждой теме дается примерный перечень основной и дополнительной литературы. Предлагаемая для изучения литература в основном имеется в фондах научной библиотеки ТИУ

10.2 Методические указания по организации самостоятельной работы.

Учебная программа и учебно-тематический план по дисциплине предполагают обязательную самостоятельную подготовку аспирантов в виде выполнения ими домашнего задания. В частности, это может быть конспектирование литературы, написание рефератов, выполнение заданий.

Такие задания предусмотрены по тем разделам и темам плана, по которым не отводится время на аудиторную работу (лекции, практические занятия), а также к темам и разделам, по которым проводятся практические занятия.

Самостоятельная работа предполагает самостоятельную работу аспиранта/соискателя независимо от того находится ли он в аудитории учебного корпуса и изучает тему под руководством преподавателя в составе группы, либо он находится в других условиях и

занимается самостоятельно. Самостоятельная работа является активным методом изучения материала.

Под активными методиками преподавания учебной дисциплины понимаются методики, предполагающие передачу аспирантам основных знаний в области машиноведения посредством самостоятельного ознакомления с письменными материалами вне аудитории и активного дискуссионного обсуждения в аудитории изученных материалов.

Самостоятельная работа может осуществляться путем конспектирования научных произведений, рекомендованных преподавателем к соответствующей теме практических занятий. При проверке данных конспектов обращается внимание на следующие компоненты:

1) правильность оформления текста (для конспектов должна быть заведена отдельная тетрадь; автор, название и издательские данные работы должны быть указаны полностью, с соблюдением стандартов библиографического оформления);

2) конспект должен содержать основные положения, касающиеся рассматриваемой на занятии темы.

Аспиранту необходимо творчески переработать изученный самостоятельно материал и представить его для отчета. Если указанные выше критерии нарушаются, самостоятельная работа должна быть переделана.

Приложение 1

### **КАРТА**

**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Методы оптимизации в планировании экспериментов  
Научная специальность 2.5.2 Машиноведение

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент аспирантов, использующих указанную литературу	Обеспеченность аспирантов литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС
1	Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных / Джонсон Н., Лион Ф. Пер. с англ. М.: Мир., 1980 – 612 с	1	2	100%	
2	Методология научных исследований: учебник / М. С. Мокий, А. Л. Никифоров, В. С. Мокий; под редакцией М. С. Мокия. – М.: Издательство Юрайт, 2019. - 255 с.	ЭР	3	100%	+
3	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер и др. – М.: Наука, 1976. – 279 с.	1	3	100%	
4	Основы научных исследований: учебное пособие / М.Ф. Шкляр. - 6-е изд. – М.: Дашков и К, 2017. - 208 с.	ЭР	3	100%	+
5	Обработка данных усталостных испытаний на основе кинетической теории усталости и методов непараметрической статистики/ В.Н. Сызранцев, К.В. Сызранцева. Тюмень: ТюмГНГУ, Монография. 2015. 135 с.	10	2	100%	
6	Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента [Текст]: учебно- метод. пособие по выполнению лаб. работ / УГНТУ, каф. ТМО; сост.: А. М. Щипачев, Ю. С. Шкель. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. - 64 с.	ЭР	3	100%	+
7	Оценка безопасности и прочностной надежности магистральных трубопроводов методами непараметрической статистики / В.Н. Сызранцев, В.В. Новоселов, П.М. Созонов, С.Л. Голофаст – Новосибирск: Наука, Монография. 2013 -172 с.	10	2	100%	
8	Расчет прочностной надежности изделий на основе методов непараметрической статистики / В.Н. Сызранцев, Я.П. Невелев, С.Л.	10	2	100%	

	Голофаст. – Новосибирск: Наука, Монография. 2008. – 218 с.				
--	---	--	--	--	--