

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)
Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

А.А. Галкин
2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ДАНЫХ»**

направление подготовки / специальность

27.03.04 – Управление в технических системах

направленность (профиль) подготовки

Управление и информатика в технических системах

Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является ознакомление с методологией и теоретическими методами статистической обработки результатов эксперимента применительно к объектам автоматизации;

- умения поставить типовые задачи по планированию эксперимента и статистической оптимизации процессов управления и математическому моделированию объектов управления;

- умения готовить исходные данные и использовать специальные пакеты прикладных программ при расчете составлении математических моделей и процессов на ПК.

Задачи дисциплины:

- ознакомление и изучение методологии и теоретических методов статистической обработки результатов эксперимента применительно к объектам автоматизации;

- умения поставить типовые задачи по планированию эксперимента и статистической оптимизации процессов управления и математическому моделированию объектов управления;

- умения готовить исходные данные и использовать специальные пакеты прикладных программ при расчете составлении математических моделей и процессов на ПК.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Промышленная автоматика» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен анализировать задачи управления в технических системах на основе положений, законов и	ОПК-1.1. Знает: основы анализа задач управления в технических системах. ОПК-1.2. Умеет анализировать задачи, выделять базовые составляющие управления в технических системах, рассматривать возможные варианты решения задачи	Знать положения, законы и методы в области естественных наук и математики Уметь анализировать задачи профессиональной деятельности	Задания рейтинг контроля Отчет по лабораторным работам

<p>методов естественных наук и математики</p>	<p>управления в технических системах. ОПК-1.3. Владеет навыками оценивая достоинств и недостатков возможных вариантов решения задачи.</p>	<p>Владеть компьютерными методами анализа задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-9 Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.</p>	<p>ОПК-9.1. Знает методики выполнения экспериментов и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. ОПК-9.2. Умеет анализировать современные методики проведения и обработки результатов эксперимента. ОПК-9.3. Владеет навыками выполнения экспериментов по проверке корректности научно обоснованных решений в области управления в технических системах.</p>	<p>Знать методы планирования экспериментов Уметь обрабатывать и анализировать экспериментальные данные Владеть современными информационными технологиями решения исследовательских задач</p>	
<p>ПК-1 Способен выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p>	<p>ПК-1.1. Знает методики проведения и обработки результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств. ПК-1.2. Умеет анализировать действующие методики проведения экспериментов и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств. ПК-1.3. Владеет навыками выполнения экспериментов и обработки полученных результатов.</p>	<p>Знать методы организации экспериментов Уметь обрабатывать и анализировать экспериментальные данные Владеть современными информационными технологиями решения исследовательских задач</p>	

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Тематический план форма обучения – очная

Трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 час.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучаю- щихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа сту- дентов	Наименование оценочного средства
				Лекции	Практические за- дания	Лабораторные ра- боты	в форме практиче- ской подготовки		
1	Основы регрессионного анализа. Определение параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов.	6	1-3	6	2			8	Задания рейтинг-контроля Отчет по лабораторным работам
2	Основы дисперсионного анализа	6	4, 5	4	2			8	
3	Факторный анализ.	6	6, 7	4	2			8	1 рейтинг-контроль
4	Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло)	6	8, 9	4	8			8	
5	Планирование и организация многофакторного эксперимента	6	10 - 12	6				8	
6	Определение значений факторов, отвечающих экстремальному значению функции отклика	6	13-15	6	2			8	2 рейтинг-контроль
7	Современные методы анализа данных	6	16-18	2	4		4	6	3 рейтинг-контроль
Всего за 6 семестр				36	18			54	зачет
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				36	18			54	зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Основы регрессионного анализа.

Тема 1.1. Определение параметров линейной регрессии методом наименьших квадратов

Тема 1.2. Построение доверительного коридора для линейной регрессии при нормальном законе условных математических ожиданий и при законе распределения Стьюдента.

Раздел 2. Основы дисперсионного анализа.

Тема 2.1. Задача дисперсионного анализа

Тема 2.2. Проверка нулевой гипотезы по критерию Фишера.

Тема 2.3. Оценка влияния отдельных факторов на устойчивость среднего.

Тема 2.4. Использование критерия Стьюдента.

Раздел 3. Факторный анализ.

Тема 3.1 Постановка задач при использовании факторного анализа

Тема 3.2 Метод главных компонент в факторном анализе

Тема 3.3. Определение параметров нелинейной регрессии методом наименьших квадратов

Тема 3.4 Построение доверительного коридора для нелинейной регрессии

Тема 3.5 Методика оценки статистической значимости линейной регрессии, полученной на основе экспериментальных данных при одинаковом числе значений x и y (n различных пар значений x и y)

Тема 3.6 Линии регрессии при нормальном законе на плоскости.

Раздел 4. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло).

Тема 4.1. Идея метода. Генерация случайных чисел. Случайные числа распределены по закону равномерной плотности. Случайные числа распределены по законам, отличным от закона равномерной плотности.

Тема 4.2 Вычисление определенных интегралов методом Монте-Карло. Вычисление одномерных интегралов (два способа). Вычисление многомерных интегралов

Раздел 5. Планирование и организация многофакторного эксперимента.

Тема 5.1 Основные понятия. Методы и задачи многофакторного эксперимента

Тема 5.2. Планирование регрессионных экспериментов. Постановка задачи. Планы первого порядка. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планы второго порядка. Композиционные планы. Ортогональные и ротатабельные планы.

Тема 5.3. Проверка значимости коэффициентов полного квадратичного регрессионного полинома. Проверка адекватности регрессионного полинома истинной функциональной связи.

Раздел 6. Определение значений факторов, отвечающих экстремальному значению функции отклика.

Тема 6.1. Определение значений факторов, отвечающих экстремальному значению функции отклика. Определение закона распределения функции отклика при заданных законах распределения факторов. Законы Пирсона.

Раздел 7. Большие данные. Машинное обучение.

Содержание практических занятий по дисциплине

Практические занятия являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности.

Целью практических занятий является:

- подтверждение теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, путем поведения небольших по объему исследований по изучаемой теме;

- приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области моделирования систем и проведения инженерных расчетов по профилю профессиональной деятельности.

Перед проведением практических занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения работ по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

Практическое занятие № 1. Простейшие вычисления в *MATLAB*

Практическое занятие № 2. Дисперсионный анализ

Практическое занятие № 3. Факторный анализ

Практическое занятие № 4. Регрессионный анализ

Практическое занятие № 5. Нелинейный регрессионный анализ

Практическое занятие № 6. Метод Монте-Карло

Практическое занятие № 7. Планирование экстремальных поисковых экспериментов

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы и задания к текущему контролю

1 рейтинг-контроль

- 1 Дисперсионный анализ данных.
- 2 Кластерный анализ данных.
- 3 Методы классификации в Data mining.
- 4 Регрессионный анализ данных.
- 5 Анализ данных с использованием бинарной логистической регрессии.
- 6 Факторный анализ данных.
- 7 Метрики, применяемые в Data mining.
- 8 Ковариационный анализ данных.
- 9 Методы поиска ассоциативных правил.
- 10 Сиквенциальный анализ данных (поиск последовательных шаблонов).
- 11 Основные стандарты Data mining.
- 12 Анализ данных с использованием сети Кохонена.

2 рейтинг-контроль

- 1 Характеристики инструментальных средств Data mining.
- 2 Реляционные хранилища данных.
- 3 Многомерные хранилища данных.
- 4 Гибридные хранилища данных.
- 5 Виртуальные хранилища данных.
- 6 Характеристика ETL-процесса.
- 7 Оценка качества, очистка и предобработка анализируемых данных.
- 8 Сокращение размерности исходного множества анализируемых данных.
- 9 Искусственные нейронные сети. Многослойный персептрон.
- 10 Анализ данных с использованием генетических алгоритмов.
- 11 Анализ данных с использованием самоорганизующихся карт.
- 12 Оценка значимости регрессионных моделей с применением t-критерия Стьюдента

3 рейтинг-контроль

- 1 Оценка значимости регрессионных моделей с применением F-критерия Фишера.
- 2 Алгоритм построения деревьев решений ID3
- 3 Алгоритм построения деревьев решений C4.5.
- 4 Оценка полезности, эффективности и точности моделей, применяемых для анализа данных.
- 5 Анализ данных с использованием ансамблей моделей.
- 6 Проблемы обучения и переобучения моделей.
- 7 Технологии обогащения данных.
- 8 Повышение эффективности моделей с помощью бэггинга и бустинга.
- 9 Градиентный алгоритм обучения многослойного персептрона (алгоритм обратного распространения ошибки).
- 10 Lift и Profit-кривые.
- 11 ROC-анализ.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет)

Вопросы к зачету

1. Модели и их свойства. Аналитический и информационный подходы к моделированию.
2. Формы представления, типы и виды анализируемых данных.
3. Обучение моделей «с учителем» и «без учителя». Обучающее и тестовое множество. Ошибки обучения. Эффект переобучения.
4. Общая схема анализа данных. Требования к алгоритмам анализа данных.
5. Характеристика этапов технологии KDD.
6. Data Mining. Характеристика классов задач, решаемых методами Data Mining.
7. Программный инструментарий для выполнения анализа данных.
8. Основные положения концепции хранилищ данных (DW).
1. Цели и задачи аффинитивного анализа. Поддержка и достоверность ассоциативных правил. Лифт и леввередж.
2. Сферы применения ассоциативных правил.
3. Иерархические ассоциативные правила.
4. Цели, задачи и основное содержание кластерного анализа. Классификация методов кластеризации.
5. Способы определения меры расстояния между кластерами.
6. Характеристика методов связи для процедуры кластеризации (одиночная, полная, средняя).
7. Алгоритм кластеризации k-means.
8. Сети Кохонена (KCN).
9. Карты Кохонена (SOM).
10. Проблемы алгоритмов кластеризации.
11. Цели, задачи и отличительные особенности классификации и регрессии.
12. Сферы применения методов классификации и регрессии.
13. Простая линейная регрессия.
14. Оценка соответствия простой линейной регрессии реальным данным.
15. Простая регрессионная модель.
16. Оценка значимости простой регрессионной модели (t-критерий и F-критерий).
17. Множественная линейная регрессия.
18. Модель множественной линейной регрессии.
19. Оценка значимости множественной регрессионной модели.
20. Регрессия с категориальными входными переменными.
21. Методы отбора переменных в регрессионные модели.
22. Ограничения применимости регрессионных моделей.
23. Логистическая регрессия. Интерпретация модели логистической регрессии.
24. Множественная логистическая регрессия.
25. Цели, задачи и принципы построения деревьев решений. Общая характеристика алгоритмов построения деревьев решений.
26. Сферы применения деревьев решений.
27. Алгоритмы ID3 и C4.5.
28. Алгоритм CART.
29. Упрощение деревьев решений.
30. Цели, задачи и принципы работы нейронных сетей.
31. Принципы функционирования многослойного персептрона.
32. Алгоритмы обучения нейронных сетей.
33. Алгоритм обратного распространения ошибки.

34. Общая характеристика временных рядов и их компонентов. Цели и задачи анализа временных рядов.
35. Цели, задачи и принципы прогнозирования. Модели прогнозирования. Обобщенная модель прогноза.
36. Ансамбли моделей. Бэггинг. Бустинг.
37. Альтернативные методы построения ансамблей.
38. Оценка эффективности и сравнение моделей.
39. Lift- и Profit-кривые.
40. ROC-анализ.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным занятиям, к текущим контролям успеваемости, оформлении лабораторных работ, подготовке к зачету.

Тематика самостоятельной работы

1. Практическое применение алгоритмов Data mining.
2. Классификация с несколькими независимыми переменными методом Naïve Bayes.
3. Поиск оптимальной функции методом наименьших квадратов.
4. Сиквенциальный анализ.
5. Меры близости, основанные на расстояниях, используемые в алгоритмах кластеризации.
6. Кластеризация данных при помощи нечетких отношений.
7. Характеристика классов задач, решаемых методами Data Mining.
8. Стандарты Data mining. Характеристика стандартов CWM и PMLL.
9. Библиотеки доступа к алгоритмам Data mining. Характеристика библиотеки Xelopes.
10. Характеристика программных инструментов для выполнения интеллектуального анализа данных.
11. Общая характеристика и классификация методов кластерного анализа данных.
12. Анализ данных с использованием методов классификации и регрессии.
13. Цели, задачи и принципы построения деревьев решений. Общая характеристика алгоритмов построения деревьев решений.
14. Сферы применения деревьев решений.
15. Цели, задачи и принципы работы нейронных сетей.
16. Алгоритмы обучения нейронных сетей.
17. Цели, задачи, принципы и модели прогнозирования.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид тип издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
Основная литература		
1. Соснин П.И. Архитектурное моделирование автоматизированных систем. – СПб., Лань, 2019. – 180 с.	2019	https://lanbook.com/catalog/informatika/arkhitekturnoe-modelirovanie-avtomatizirovannykh-sistem2/
2. Хабаров С.П. Основы моделирования технических систем. – СПб., Лань, 2019. – 120 с.	2019	https://lanbook.com/catalog/informatika/osnovy-modelirovaniya-tekhnicheskikh-sistem-sreda-simintech/
3. Пен Р.З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов. – СПб., Лань, 2019. – 308 с.	2019	https://lanbook.com/catalog/informatika/statisticheskie-metody-matematicheskogo-modelirovaniya-analiza-i-optimizatsii-tekhnologicheskikh-pro/
Дополнительная литература		
1. Амелина М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro Sap. Версии 9, 10. – СПб., Лань, 2019. – 180 с.	2019	https://lanbook.com/catalog/mashinostroenie/programma-skhemotekhnicheskogo-modelirovaniya-micro-sap-versii-9-10/
2. Трушков А.С. Статистическая обработка информации. Основы теории и компьютерный практикум. – СПб., Лань, 2019. – 152 с.	2019	https://lanbook.com/catalog/informatika/statisticheskaya-obrabotka-informatsii-osnovy-teorii-i-kompyuternyy-praktikum-/

6.2 Периодические издания

1. Информационные технологии.
2. Математическое моделирование
3. Программная инженерия

6.3 Интернет-ресурсы

1. www.ecsocman.edu.ru (содержит материалы по социологии, экономике, менеджменту и образованию)
2. www.isras.ru (содержит статьи из журнала «Социологические исследования»)
3. www.sociologica.ru (содержит материалы журнала «Социологическое обозрение»)
4. www.wciom.ru (содержит результаты социологических исследований Всероссийского центра исследований общественного мнения)
5. www.fom.ru (содержит результаты социологических исследований Фонда «Общественное мнение»)
6. www.levada.ru (содержит результаты социологических исследований Левада-Центра)

7. www.comcon-2.com (сайт компании исследовательского бизнеса)
8. www.ecomar.com (сайт компании исследовательского бизнеса)
9. www.gallupmedia.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
10. www.romir.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
11. www.worldopinion.com (сайт компании исследовательского бизнеса)
12. www.kommersant.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
13. www.rusinfomar.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
14. www.profil.orc.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
15. www.vedomosti.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
16. www.sostav.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
17. www.AdMarket.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
18. www.akarussia.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
19. www.acvi.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
20. www.creatiff.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
21. www.advertology.ru (сайт компании исследовательского бизнеса)
22. <http://www.edu.basegroup.ru>

6.4. Программное обеспечение

Marketing Analytic 5 предназначен для решения задач накопления маркетинговых данных, автоматизации маркетинговых исследований, стратегического и оперативного планирования маркетинговой деятельности.

ДА-система — это универсальный, простой и, вместе с тем, мощный современный инструмент обработки и анализа данных. Он поддерживает все операции при работе с данными — от ввода и обмена данными до анализа и отчета. В нем используется оригинальная отечественная технология детерминационного анализа (ДА-технология).

"VORTEX" предназначена для: ввода первичной информации, собранной в ходе прикладного маркетингового или социологического исследования; обработки и анализа этой информации; представления полученных результатов анализа в виде таблиц, текстов, графиков и диаграмм с возможностью их переноса в Microsoft Word и другие приложения Windows NT.

Bellview FUSION - это САПІ система нового поколения, позволяющая проводить интегрированные количественные исследования с использованием новейших возможностей в области управления выборкой, составления расписаний интервью и отчетов. Полностью интегрированная с нашими программными продуктами для подготовки опросов и анализа данных, система Bellview FUSION является ядром для всего исследовательского процесса, *программное обеспечение:*

SQL Server 2008R2 Analysis Services;аналитическая платформа **Deductor Studio;**
пакет **STATISTICA.**

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного, практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а так же помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе кафедры ВТиСУ 119-3, оснащенный современными персональными компьютерами с установленной операционной системой Windows 8 (10).

При изучении дисциплины используется следующее программное обеспечение: операционная система MSWindows, СУБД MS SQL.

Рабочую программу составил
профессор кафедры ВТ и СУ



С.И. Малафеев

Рецензент (представитель работодателя):

начальник лаборатории ЗАО «Автоматика» _____



В.М. Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой _____



В.Н. Ланцов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
Направления «Управление в технических системах»

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии _____



А.Б.Градусов