

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)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

А.А.Варфоломеев

« 6 »

2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
«Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных»

Направление подготовки: **09.04.04 «Программная инженерия»**

Профиль/программа подготовки: **Разработка программно-информационных систем**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **очная**

| Семестр | Трудоем-<br>кость зач.<br>Ед./час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>Занятия,<br>час. | Лаборат.<br>Работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточной аттеста-<br>ции<br>(экз./зачет) |
|---------|------------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 3       | 4/144                              | 18              |                              | 18                          | 81           | Экзамен – 27 ч.                                     |
| Итого   | 4/144                              | 18              |                              | 18                          | 81           | Экзамен – 27 ч.                                     |

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

- ознакомление магистрантов с моделями и методами планирования экспериментов, методами обработки экспериментальных данных, построением моделей сложных систем и процессов, оценкой качества моделей, используемых в алгоритмах управления;
- постановка и проведение экспериментов по заданной методике, и анализ результатов;
- проведение научных исследований, связанных с объектами профессиональной деятельности;
- разработка новых и улучшение существующих методов и алгоритмов обработки данных в информационно-вычислительных системах;

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных» является базовой частью цикла дисциплин. Изучение дисциплины основано на умениях и компетенциях, полученных при изучении дисциплин «Методы организации и проведения научных исследований», «Математические основы моделирования информационных процессов и систем». Является предшествующей изучению дисциплин «Информационный менеджмент», «Научно-исследовательская работа в семестре», «Учебная практика».

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных**

В результате освоения программы магистратуры у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Выпускник должен обладать следующими *общепрофессиональными компетенциями*:

- культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных (ОПК-2);

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать *профессиональными компетенциями*, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры:

научно-исследовательская деятельность:

- знанием методов оптимизации и умением применять их при решении задач профессиональной деятельности (ПК-3);

- владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов (ПК-5).

1) Знать: методы оптимизации при решении задач профессиональной деятельности (ПК-3);

2) Уметь: - применять методы оптимизации при решении задач профессиональной деятельности (ПК-3);

3) Владеть: - существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов (ПК-5).

- культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных (ОПК-2);

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

##### **Структура дисциплины**

| п/п | Раздел дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                     |                      |     |         | Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / % аудиторных занятий) | Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-----|---|---------|-----------------|--|---------------------|----------------------|-----|---------|---|--|
|     |   |         |                 | Лекции   | Лабораторные работы | Практические занятия | СРС | Экзамен |   |  |
| 1   | 2   | 3       | 4               | 5  | 6                   | 7                    | 8   | 9       | 10  | 11   |
| 1   | Введение. Полный факторный эксперимент. Дробные реплики                           | 3       | 1               | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 час / 50 %  | Рейтинг-контроль №1 (05,06 недели)   |
| 2   | Крутое восхождение по поверхности отклика   | 3       | 3               | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 час / 50 %  |  |
| 3   | Ротатабельное планирование второго порядка  | 3       | 5               | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 часа / 50 %   |  |
| 4   | Исследование почти стационарной области. Канонический анализ уравнения регрессии. | 3       | 7               | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 часа / 50 %   |  |

| п/п | Раздел дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                     |                      |     |         | Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / % аудиторных занятий) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-----|---|---------|-----------------|--|---------------------|----------------------|-----|---------|---|---|
|     |   |         |                 | Лекции   | Лабораторные работы | Практические занятия | СРС | Экзамен |   |   |
| 1   | 2   | 3       | 4               | 5  | 6                   | 7                    | 8   | 9       | 10  | 11  |
| 5   | Планирование промышленного эксперимента.. Влияние погрешностей измерений на точность математического описания         | 3       | 9               | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 часа / 50 %   | Рейтинг-контроль №2 (11,12 недели)  |
| 6   | Рекуррентные алгоритмы построения математического описания дрейфующих объектов. Метод текущего регрессионного анализа | 3       | 11              | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 часа / 50 %   |   |
| 7   | Снижение размерности. Метод главных компонент. Факторный анализ.  | 3       | 13              | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 часа / 50 %   |   |
| 8   | Временные ряды. Анализ и моделирование временных рядов  | 3       | 15              | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 часа / 50 %   |   |
| 9   | Прогнозирование временных рядов   | 3       | 17              | 2  | 4                   |                      | 2   |         | 3 часа / 50 %   |   |
|     | Всего:  |         |                 | 18   | 36                  |                      | 18  | 36      | 27 часов/50%  | Рейтинг-контроль №3 (17 неделя)<br><br>Экзамен (3 семестр), 36ч.  |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рекомендуется применять мультимедийные образовательные технологии при чтении лекций, дистанционные образовательные технологии при организации самостоятельной работы магистрантов, а также рейтинговую систему комплексной оценки знаний

студентов, включающую результаты текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, а также результаты сдачи итогового экзамена.

Для реализации компетентного подхода предлагается интегрировать в учебный процесс интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), при осуществлении различных видов учебной работы:

- учебную дискуссию;
- электронные средства обучения (слайд - лекции, электронные тренажеры, компьютерные тесты).

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов (аудитории 410-2, 414-2, 404а-2).

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе кафедры ИСПИ, ВЦ ВлГУ (аудитории 418-2, 414-2, 404а-2).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ**

Для текущего контроля предлагается использование рейтинговой системы оценки, которая носит интегрированный характер и учитывает успешность магистранта в различных видах учебной деятельности, степень сформированности у магистранта общекультурных и профессиональных компетенций.

- Оценочные средства для текущего контроля успеваемости;
- Рейтинг- контроль за самостоятельной работой магистранта;
- Выполнение домашних заданий;
- Летучий устный или письменный опрос магистрантов во время лекций и лабораторных занятий по изучаемому материалу.

### **а) Примерный перечень вопросов для текущих контрольных мероприятий**

#### **Рейтинг- контроль №1**

- Вопрос 1. В каких случаях нужно планирование экспериментов
- Вопрос 2. В чем заключается задача экспериментатора по поиску математической модели
- Вопрос 3. Какой априорной информацией располагает экспериментатор приступая к поиску математической модели
- Вопрос 4. Какие требования предъявляются к оценкам параметров модели
- Вопрос 5. Какие критерии используются при построении ротатабельных планов
- Вопрос 6. Какие коэффициенты регрессии при ротатабельном планировании определяются независимым образом

#### **Рейтинг- контроль №2**

- Вопрос 1. Как проводится крутое восхождение по поверхности отклика?
- Вопрос 2. Для чего приводятся уравнения регрессии к канонической форме?
- Вопрос 3. Как влияет погрешности регистрации факторных переменных на точность математического описания?
- Вопрос 4. Как влияют погрешности регистрации факторных переменных на коэффициенты регрессии?
- Вопрос 5. Чем вызваны неконтролируемые изменения модели (дрейф характеристик) объекта во времени?

Вопрос 6. Возможны, какие ситуации при практическом решении задачи построения математического описания дрейфующего объекта?

Вопрос 7. Какие предпосылки выдвигаются при решении задачи построения математического описания дрейфующего объекта?

#### Рейтинг-контроль №3

Вопрос 1. Когда имеет смысл проводить факторный анализ?

Вопрос 2. В чем идея метода компонентного анализа?

Вопрос 3. Назначение факторного анализа?

Вопрос 4. Запишите модель аддитивного случайного процесса. Приведите интерпретацию компонентов модели.

Вопрос 5. Что понимается под коинтеграцией причинно следственной зависимости в уровнях двух или более временных рядов?

Вопрос 6. Если на предварительном анализе совмещенных графиков в структуре изучаемых временных рядов обнаруживается тренда либо циклические колебания, то к чему это может привести?

Вопрос 7. Какие предположения лежат в основе алгоритмов прогнозирования?

Вопрос 8. От чего зависит надежность и точность прогноза?

#### **б) Примерный перечень вопросов к экзамену (промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины):**

1. Место планирования эксперимента (ПЭ) в исследовании систем
2. Основные направления в теории ПЭ. Задачи эксперимента по поиску математических моделей
3. Оценки параметров регрессионных моделей.
4. Планирование второго порядка. Свойство ротатабельности планов. План РЦКП.
5. Оценка параметров регрессионных моделей. Погрешности вычисления параметров. Их значимость. Адекватность модели.
6. Исследование почти стационарной области. Крутое восхождение по поверхности отклика.
7. Канонический анализ уравнения регрессии. Типы поверхностей отклика второго порядка. Нахождение экстремума поверхности отклика.
8. Отыскание условного экстремума при наличии нескольких поверхностей отклика.
9. Особенности планирования промышленного эксперимента. Расчет продолжительности эксперимента и временного интервала съема данных.
10. Влияние погрешности регистрации статистических данных на точность параметров модели и регрессионного уравнения в целом.
11. Постановка задачи математического описания дрейфующего объекта.
12. Метод текущего регрессионного анализа. Структура рекуррентного алгоритма вычисления параметров модели.
13. Модели временных рядов. Аддитивные модели. Выявление трендовой и сезонной компонент. Адекватность модели.
14. Статистические оценки взаимосвязи двух временных рядов. Коинтеграция временных рядов. Оценка параметров уравнения регрессии обобщенным методом наименьших квадратов.
15. Компонентный анализ, решаемые задачи. Методика анализа статистических данных.
16. Факторный анализ, решаемые задачи. Методика анализа статистических данных.
17. Модель аддитивного случайного процесса, оценка ее компонент.
18. Оценка точности разработанной модели временного ряда.

19. Обобщенный метод наименьших квадратов, его применение при обработке экспериментальных данных.
20. Методы и алгоритмы прогнозирования временных рядов. Оценка точности прогноза временного ряда.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении отдельных тем, написании реферата по эти темам. Контроль выполнения самостоятельной работы проводится при текущих контрольных мероприятиях и на промежуточной аттестации по итогам освоения.

**в) Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:**

1. Назовите основные направления в теории планирования экспериментов.
2. В чем состоит задача экспериментатора по поиску математической модели?
3. Какой априорной информацией может обладать экспериментатор, приступая к поиску математической модели?
4. Какой эксперимент называется регрессионным?
5. Какими свойствами должны обладать оценки параметров разрабатываемых моделей?
6. Что понимается под экспериментом?
7. Для чего может использоваться модель регрессии?
8. К чему приводит мультиколлинеарность факторных переменных при регрессионном анализе?
9. Что характеризуют коэффициенты регрессии?
10. Как оценивается значимость коэффициентов модели регрессии?
11. Как проверяется адекватность модели регрессии?
12. Что характеризует коэффициент детерминации?
13. По каким направлениям оценивается качество модели регрессии?
14. Как оценивается влияние отдельных факторов на зависимую переменную на основе модели?
15. Как проверяется выполнение предпосылок МНК?
16. Как прогнозируется поведение исследуемого объекта. Понятие точечного и интервального прогноза?
17. Как выполняется крутое восхождение по поверхности отклика при поиске оптимальных условий функционирования систем?
18. Для чего приводятся уравнения регрессии к канонической форме?
19. Как проводится анализ уравнений в канонической форме?
20. Какие виды поверхностей отклика существуют и особенности их анализа?
21. Как отыскивается условный экстремум при наличии нескольких поверхностей отклика?
22. В чем особенность планирования промышленного эксперимента?
23. Как определяется продолжительность эксперимента и дискретность съема данных с объекта?
24. Как сказывается погрешность регистрации данных на коэффициенте детерминации модели регрессии?
25. Как влияют ошибки измерения независимых переменных на коэффициенты уравнения регрессии?
26. Что необходимо предпринимать для уменьшения влияния погрешностей измерения независимых переменных на точность модели регрессии?
27. Чем вызывается неконтролируемое изменение модели промышленного объекта во времени?

28. Какие встречаются ситуации при решении задач построения математической модели дрейфующего объекта?
29. Постановка задачи построения математического описания дрейфующего объекта.
30. Сущность метода «скользящего интервала», применяемого для математического описания дрейфующего объекта.
31. Сущность задачи прогнозирования значений коэффициентов модели объекта с помощью рекуррентного алгоритма.
32. Метод текущего регрессионного анализа. Структура рекуррентного алгоритма вычисления параметров модели.
33. Какие подходы Вы знаете к решению задач, в которых используются статистические данные?
34. Что показывает матрица ковариации и в каком анализе она используется?
35. Что показывает матрица корреляции и в каком анализе она используется?
36. В чем заключается идея метода компонентного анализа?
37. Когда имеет смысл проводить компонентный анализ?
38. Для чего служит факторный анализ?
39. В чем заключается идея метода факторного анализа?
40. Модель аддитивного случайного процесса, интерпретация ее компонент.
41. Чем вызывается трендовая составляющая во временном ряду, ее аппроксимация?
42. Чем может вызываться периодическая составляющая во временном ряду, ее аппроксимация?
43. Как оценить случайную компоненту во временном ряду и чем она может вызываться?
44. Как оценивается точность разработанной модели временного ряда?
45. Для чего проверяют выполнение предпосылок м.н.к.?
46. Коинтеграции анализируемых временных рядов и чем она вызывается?
47. Обобщенный методом наименьших квадратов, в каких случаях он применяется?
48. Если обнаруживается тренд либо циклические колебания в исходных данных, то, что необходимо выполнить перед дальнейшим анализом взаимосвязи рядов?
49. Для чего проводится анализ показателей работы объекта и их прогнозирование. Как используется эта информация в управлении?
50. Какая информационная технология и алгоритмы используются при прогнозировании?
51. Когда используется прогнозирование по среднему абсолютному изменению уровня ряда динамики?
52. Когда используется прогнозирование по среднему темпу роста уровня ряда динамики?
53. Когда используется прогнозирование по аналитическим временным функциям и корреляционным зависимостям?
54. Что понимается под точностью прогнозирования временного ряда?
55. На каких предпосылках основан прогноз рядов динамики?
56. Как зависит точность прогнозирования от интервала упреждения и почему?

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных**

- a) основная литература:



1. Девятков В.В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: Монография. -М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2013.-448с.- (Научная книга)

2. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике [Электронный ресурс] /: учеб. пособие / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. М.: Финансы и статистика, 2014

3. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Королёв А.Л. - М.: БИНОМ, 2013

б) дополнительная литература:

4. Информационные технологии в управлении качеством автомобильного стекла: учеб. пособие / Р.И. Макаров [и др.]; Владим. гос. ун-т. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010.-276 с. ISBN 978-5-9984-0038-4.

5. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ Гринев А.Ю. М. : Логос, 2012

в) периодические издания:

1. Вестник компьютерных и информационных технологий ISSN 1810-7206.

2. Современные наукоёмкие технологии ISSN 1812-7320.

г) интернет-ресурсы

- [www.edu.ru](http://www.edu.ru) – портал российского образования
- [www.elbib.ru](http://www.elbib.ru) – портал российских электронных библиотек
- [www.eLibrary.ru](http://www.eLibrary.ru) – научная электронная библиотека
- [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru) - интернет университета информационных технологий
- [library.vlsu.ru](http://library.vlsu.ru) - научная библиотека ВлГУ
- <https://vlsu.bibliotech.ru/> - электронная библиотечная система ВлГУ

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Модели и методы планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных**

Высшее учебное заведение, реализующее ОПОП подготовки магистра, должно располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение практической и научно-исследовательской работы магистрантов, предусмотренных учебным планом вуза и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

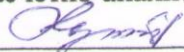
Учебные лаборатории и классы должны быть оснащены современными компьютерами, объединенными локальными вычислительными сетями с выходом в Интернет. Магистранту должны быть предоставлена возможность практической работы на ЭВМ различной архитектуры и производительности (на базе одноядерных, многоядерных, параллельных, ассоциативных процессоров).

1. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе кафедры ИСПИ, ВЦ ВлГУ (ауд. 414-2, 418-2, 404а-2).

2. Лекции читаются в аудиториях кафедры ИСПИ, оборудованных электронными проекторами (ауд. 404а-2; 410-2, 414-2), с использованием комплекта слайдов.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.04 - Программная инженерия, программа подготовки – Разработка программно-информационных систем

Рабочую программу составил  проф. Макаров Р.И.

Рецензент: начальник расчетно-аналитического центра КБ «Арматура» г. Ковров, д.т.н., профессор Халатов Е.М. 

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСПИ

Протокол № 11 от 29.05.2019 года.

Заведующий кафедрой И.Е. Жигалов 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.04.04 «Программная инженерия»

Протокол № 11 от 29.05.2019 года.

Председатель комиссии И.Е. Жигалов 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ**  
**РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Модели и методы**  
**планирования экспериментов, обработки экспериментальных данных**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_