

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по научной работе



М.И. Длин  
2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки:  
**27.06.01 " Управление в технических системах"**

Направленность:  
**"Элементы и устройства вычислительной техники и систем  
управления"**

Уровень высшего образования: **подготовка кадров высшей  
квалификации**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Смоленск – 2015 г.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской, проектной деятельности по направлению подготовки **(27.06.01) «Управление в технических системах»** посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общепрофессиональных, и профессиональных компетенций:

**ОПК-5** владением научно-предметной областью знаний;

**ПК-2** способностью к теоретическому анализу и экспериментальным исследованиям функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик;

В результате изучения дисциплины аспирант должен знать, уметь, владеть в следующем объёме.

### **Знать:**

- основные понятия и определения в планировании эксперимента и обработке результатов эксперимента (ОПК-5);

- взаимосвязь точности экспериментальных данных и погрешности устройств, на выходе которых регистрируются данные (ПК-2);

### **Уметь:**

- проводить экспресс-анализ экспериментальных данных (ОПК-5);

- анализировать результаты, получаемые на выходе устройств обработки экспериментальных данных и их связь с работой этих устройств (ПК-2);

### **Владеть:**

- методами анализа экспериментальных данных и проведения эксперимента (ОПК-5);

- навыками расчёта погрешности получаемых экспериментальных данных на выходе измерительных и специализированных устройств (ПК-2);

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В. ДВ.4.1 «Планирование экспериментов и обработка данных в технических системах» Дисциплина относится к вариативной части Б1.В, дисциплинам по выбору (ДВ) образовательной программы подготовки аспирантов направленности "Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления" направления "Информатика и вычислительная техника".

В соответствии с учебным планом по направлению **(27.06.01) «Управление в технических системах»**, дисциплина «Планирование эксперимента и обработка данных в технических» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.В.ОД.2 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

- Б1.В.ДВ.1.1 - Структура и алгоритмы обработки данных
- Б1.В.ДВ.1.2 - Моделирование в технических системах
- Б1.В.ДВ.2.1 - Основы проведения научных исследований
- Б1.В.ДВ.2.2 - Защита интеллектуальной собственности
- Б1.В.ДВ.3.1 - Искусственные нейронные сети
- Б1.В.ДВ.3.2 - Высокопроизводительные вычислительные системы
- Б1.В.ДВ.4.2 - Математические методы анализа технических систем

Знания, умения и навыки, полученные аспирантами в процессе изучения дисциплины, являются базой для проведения:

БЗ.1 – Научные исследования

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.**

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр 7
Часть цикла:	Вариативная, дополнительная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В. ДВ.4.1	
Часов (всего) по учебному плану:	108	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.28, 10	7 семестр
Практическое занятие	0.22, 8	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2, 72	7 семестр
Контроль	0.5, 18	7 семестр

### Самостоятельная работа аспирантов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Подготовка к лекциям	0.28, 10
Подготовка к практическим занятиям	0.44, 16
Изучение дополнительных разделов дисциплины	1.28, 46
Всего:	2, 72
Контроль	0.5, 18

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	№ П Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоёмкость (в часах)		
			лк	пр	срс
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Выбор средств измерения	10	2	0	8
2	Тема 2. Экспресс анализ данных	20	2	2	16
3	Тема 3. Многофакторный эксперимент	20	2	2	16
4	Тема 4. Планы эксперимента для линейной модели	20	2	2	16
5	Тема 5. Планы для квадратичных моделей	20	2	2	16
6	Зачет с оценкой	18			
	Всего по видам учебных занятий	108	10	8	72

### Содержание по видам учебных занятий

#### Тема 1. Выбор средств измерения

**Лекция 1.** Шкалы погрешностей измерительных приборов. Классы точности измерительных приборов. Выбор класса точности прибора для измерения экспериментальных данных. Запись результата измерения (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к лекциям (2 часа), изучение дополнительных разделов дисциплины (6 часов). Всего по теме – 8 часов.

**Текущий контроль** – устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

## **Тема 2. Экспресс анализ данных.**

**Лекция 2.** Получение предварительных данных по малой выборке. Схемы устройств для получения результатов экспресс-анализа. Погрешность получаемых оценок (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Оценка погрешности устройств для получения среднего значения анализируемых данных. Сравнение аналоговых и дискретных устройств (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к лекциям (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа), изучение дополнительных разделов дисциплины (10 часов). Всего по теме – 16 часов.

**Текущий контроль** – устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

## **Тема 3 Многофакторный эксперимент**

**Лекция 3.** Задачи анализа многофакторных экспериментов. Использование аппарата метода наименьших квадратов. Критерии планирования эксперимента (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Построение математической модели с использованием метода наименьших квадратов (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к лекциям (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа), изучение дополнительных разделов дисциплины (10 часов). Всего по теме – 16 часов.

**Текущий контроль** – устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

## **Тема 4. Планы эксперимента для линейной модели**

**Лекция 4.** Планы для моделей, описываемых полиномами первого порядка. Планы для моделей, содержащих линейные члены и взаимодействия (2 часа).

**Практическое занятие 3.** По данным практической работы 2 провести влияние на параметры модели ошибки оценивания, ошибки в выборе вида модели, проверка адекватности (2 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к лекциям (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа), изучение дополнительных разделов дисциплины (10 часов). Всего по теме – 16 часов.

**Текущий контроль** – устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

## **Тема 5. Планы для квадратичных моделей**

**Лекция 5.** Ортогональные центральные планы. Рототабельные центральные композиционные планы (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Полные и дробные планы эксперимента (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к лекциям (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа), изучение дополнительных разделов дисциплины (10 часов). Всего по теме – 16 часов.

**Текущий контроль** – устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

**Промежуточная аттестация по дисциплине: зачёт с оценкой.**

Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой. Зачет с оценкой проводится в соответствии с Положением о порядке организации и проведения промежуточной аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ред.2 утверждена директором филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске А.С. Федуловым 08.09.2015 г.). Зачет с оценкой по дисциплине проводится в устной форме.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Учебно-методическое обеспечение аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов, обучающихся по дисциплине «Планирование экспериментов и обработка данных в технических системах» представлены в методических указаниях для обучающихся по освоению дисциплины.

Для обеспечения самостоятельной работы приведён список основной и дополнительной литературы в данной рабочей программе. К данной программе приложены методические материалы по организации самостоятельной работы аспирантов.

#### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: общепрофессиональные ОПК-5; профессиональные ПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа аспирантов).

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа аспирантов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе выполнения и защит практических занятий, успешной сдачи зачёта с оценкой.

## **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на личных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированности каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 90% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 70% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 50% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Общая оценка сформированности компетенций определяется на этапе промежуточной аттестации.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка «удовлетворительно» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже порогового.

Оценка «хорошо» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже продвинутого.

Оценка «отлично» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на эталонном уровне.

Критерии оценивания для зачета в устной форме (в соответствии с Положением о порядке организации и проведения промежуточной аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре):

Оценки «отлично» заслуживает аспирант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безусловно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задания

Оценки «хорошо» заслуживает аспирант, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задания, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает аспирант, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если аспирант за время зачётной недели отказался сдавать зачёт или нарушил правила его сдачи (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку аспиранта и выписку к диплому выносятся оценка зачёта по дисциплине за 7 семестр.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Вопросы к зачёту.**

1. Обозначение класса точности измерительного прибора в зависимости от шкалы его погрешности.
2. Зависимость величины ошибки измерительных приборов от диапазона его шкалы.
3. Представление результата измерения с учётом его погрешности.
4. Погрешность оценки параметров случайных сигналов.
5. Погрешность аналогового усреднения случайных процессов.
6. Погрешность дискретного усреднения случайных процессов.
7. Использование интеграторов для получения оценки среднего значения процесса.
8. Использование дискретных устройств для получения оценки среднего значения процесса.
9. Оценка дисперсии процесса и погрешность оценки.
10. Суть многофакторного эксперимента.
11. Модели эксперимента и их параметры.
12. Постановка задачи проверки на адекватность модели.
13. План эксперимента. Требования к плану. Критерии планирования.
14. Планы для моделей, описываемых полиномами первого порядка.
15. Полные и дробные факторные планы.



16. Планы для моделей с взаимодействиями.
17. Проверка значимости коэффициентов модели.
18. Ортогональные центральные комбинационные планы.
19. Рототабельные центральные композиционные планы.
20. Информационная матрица планов.
21. Методика проверки адекватности модели.
22. Матрица функций независимых переменных для ортогонального центрального композиционного плана.
23. Критерий D – оптимальности плана эксперимента.
24. Точечные и непрерывные D – оптимальные плана эксперимента.
25. Непрерывные D – оптимальные плана эксперимента на отрезке.
26. D - оптимальные планы для квадратичной регрессии.
27. Определение оптимальности объема выборки для D - оптимальных планов.
28. Суть задачи априорного моделирования.
29. Измерения качественной информации методом ранговой корреляции.
30. Измерения качественной информации методом коэффициента согласия.
31. Измерения качественной информации методом парных сравнений.
32. Применение экспертных оценок для выявления факторов, существенно влияющих на ход технологического процесса.
33. Применение сочетания эксперимента с экспертным опросом.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Мокий, М. С. Методология научных исследований: учебник для магистров вузов по эконом. напр. и спец. / ГУУРЭУ им. Г. В. Плеханова; М. С. Мокий, А. Л. Никифоров, В. С. Мокий; под ред. М. С. Мокия. - М. : Юрайт, 2014. - 255,[2]с. : ил. - (Магистр)
2. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели: Учебное пособие. – СПб.: издательство «Лань», 2015. - 320 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). <http://e.lanbook.com/view/book/65949/page1/>

### **б) дополнительная литература**

1. Лукьянов, С. И. Основы инженерного эксперимента: учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. 200400 "Промышленная электроника", 654100 "Электроника и микроэлектроника"/ С. И. Лукьянов, А. Н. Панов, А. Е. Васильев. - М. : РИОР:ИНФРА-М, 2014. - 97, [3] с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр. : с. 90
2. Полякова, Н.С. Математическое моделирование и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 36 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52060](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52060).

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины.**

[ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) Планирование эксперимента  
[provizitku.ru](http://provizitku.ru)...v...planirovanie...i\_obrabotka...dannkh...

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции, практические занятия. Изучение курса завершается зачётом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** аспирант должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности аспирантов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы; закрепляют знания, полученные в процессе обучения и самостоятельной работы над литературой; расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков; позволяют проверить правильность ранее полученных знаний; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления; способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы аспирантов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо просмотреть методические указания, размещённые в компьютерном классе, где проводятся практические занятия по курсу; рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия аспирант предъявляет на экране компьютера полученный результат работы. Допускается представление преподавателю результатов выполнения индивидуального задания в рукописном варианте (или в любом текстовом редакторе).

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия аспирант обязан доделать самостоятельно.

Преподаватель может проводить устный или письменный опрос аспирантов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (аспиранты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки выполнения задания и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

При подготовке к зачёту, помимо выполнения всех индивидуальных заданий, в, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачёту нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

При подготовке к зачёту в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. Нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа аспирантов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и являются неотъемлемой частью программы.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении **практических** занятий предусматривается использование по выбору аспиранта математических пакетов MathCad, Matlab.

#### **11/Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

##### **Лекционные занятия:**

Используется стандартная лекционная аудитория с доской и мелом.

**Практические занятия** по данной дисциплине проводятся в компьютерном классе, оснащённом необходимым комплектом программного обеспечения. В классе, где проводятся практические занятия, устанавливается электронная версия заданий ко всем занятиям.

Автор  
канд. техн. наук, доцент

Ю.И. Пучков

Зав. кафедрой ВТ  
д-р техн. наук, профессор

А.С. Федулов

Программа одобрена на заседании кафедры ВТ 28 августа 2015 года, протокол № 01.

<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ</b>									
Но мер изм ене ния	Номера страниц				Вс его страи ц в докуме нте	Наименова ние и № документа, вводящего изменения	Подпи сь, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дат а внесения изменения в данный экземпляр	Дата Введения изменения
	изм ене нны х	замен ных	нов ых	анули рован ных					
					6	7	8	9	10