

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Автоматики и вычислительной техники

Самостоятельная работа
по дисциплине Б1.В.05 Планирование эксперимента

Методические указания по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика
и вычислительная техника направленность подготовки «Автоматизация и
управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»

Мурманск
2019

Составитель – Солодов В.С. канд. тех. наук, профессор кафедры Автоматики
и вычислительной техники ФГБОУ ВО «Мурманский
государственный технический университет»

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой
А Автоматики и вычислительной техники **18.06.2019**, протокол № 8

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	5
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	8
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	14

Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (далее – СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. СРС играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРС играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

Методические указания предназначены для аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника направленность подготовки «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям), изучающих дисциплину Б1.В.05 Планирование эксперимента. В методических указаниях приведены основные сведения о компетенциях, закрепляемых в ходе изучения дисциплины, планируемых результатах обучения, список литературы для самостоятельного ознакомления, а также список тем дисциплины и вопросы для самопроверки.

Общие организационно-методические указания

Цель дисциплины: подготовка инженеров в соответствии с квалификационной характеристикой аспиранта по направлению (профилю) 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»

Задачи дисциплины: дать необходимые знания по основам планирования активного эксперимента, позволяющие успешно решать задачи автоматизации технологических процессов. Основными задачами дисциплины следует считать привитие аспирантам современного мышления и способности на основе полученных знаний самостоятельно решать вопросы экспериментального исследования объектов, возникающие в практике автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

экспериментальные методы исследования технологических процессов; методы планирования эксперимента для обработки априорной информации; методы построения математических моделей по натурным испытаниям объекта.

Уметь:

применять экспериментальные методы исследования технологических процессов; методы планирования эксперимента для обработки априорной информации; методы построения математических моделей по натурным испытаниям объекта.

Владеть:

навыками построения полиномиальных моделей, обработки априорной информации; использования ЭВМ для построения полиномиальных моделей по заданным исходным данным, их статистической обработки.

Содержание разделов дисциплины:

-экспериментальные методы исследования технологических процессов; -методы планирования эксперимента для обработки априорной информации; -методы построения математических моделей по натурным испытаниям объекта. -прогнозирование поведения объекта, определение выходного параметра за пределами диапазона изменения факторов; -методы планирования эксперимента для оптимизации параметров процесса.

Реализуемые компетенции:

ПК-2, ПК-3, ПК-4

Формы промежуточной аттестации:

очная форма обучения:

Семестр 5 – зачет

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции
1.	ПК-2. Владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области автоматизации управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью
2.	ПК-3. Способность адаптировать результаты современных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами для решения актуальных проблем, возникающих в деятельности организаций и предприятий	Компетенция реализуется полностью
3.	ПК-4. Готовность осуществлять научно-исследовательскую, педагогическую. деятельность в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

Методические указания содержат перечень тем для самостоятельной подготовки, список рекомендуемой литературы, которая понадобится аспиранту для овладения учебным материалом, а также вопросы для самостоятельного контроля знаний по каждой теме.

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы реализации компетенции
1.	ПК-2. Владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области автоматизации управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью	<p><u>Знать:</u> -основные этапы и принципы планирования активного эксперимента, требования к факторам и совокупности факторов.</p> <p><u>Уметь:</u> строить планы для построения линейных и квадратичных полиномиальных моделей различных объектов; проводить статистическую обработку полученных экспериментальных данных.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками проверки воспроизводимости опытов; расчёта коэффициентов математической модели.</p>

2.	ПК-3. Способность адаптировать результаты современных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами для решения актуальных проблем, возникающих в деятельности организаций и предприятий	Компетенция реализуется полностью	<p><u>Знать:</u> особенности использования методов планирования эксперимента для обработки априорной информации; методы построения математических моделей по натурным испытаниям объекта.</p> <p><u>Уметь:</u> строить планы эксперимента для обработки априорной информации; пользоваться программами ЭВМ для расчёта коэффициентов полиномиальных моделей.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками построения и статистической обработки результатов эксперимента с помощью ЭВМ.</p>
3.	ПК-4. Готовность осуществлять научно-исследовательскую, педагогическую. деятельность в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью	<p><u>Знать:</u> основные этапы экспериментального исследования технологических процессов.</p> <p><u>Уметь:</u> проводить интерпретацию полиномиальных моделей; производить преобразование полиномиальных моделей.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками прогнозирования поведения управляемого объекта.</p>

Тематический план

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
	5 семестр											
Раздел 1. Экспериментальные методы исследования технологических процессов. Методы планирования активного эксперимента. Основные этапы и принципы планирования активного эксперимента. Простейшие планы первого порядка. Дробный факторный эксперимент. Планы экспериментов для построения квадратичных моделей.	2	-		10								
Раздел 2. Планирование эксперимента для обработки априорной информации. Особенности использования методов планирования активного эксперимента для обработки априорной информации. Примеры построения математических моделей по априорной информации, представленной в графической форме. Преобразование полиномиальной модели.	2	2		8								
Раздел 3. Построение математических моделей по натурным испытаниям объекта. Модель объекта при проведении натурального эксперимента. План эксперимента для построения линейной модели. Планирование эксперимента для построения квадратичного полинома.	1	2		8								
Раздел 4. Построение	1	2		6								

полиномиальных моделей при комплексных испытаниях объекта. Особенности комплексных испытаний объекта. Выбор плана и проведение эксперимента. Обработка результатов испытаний. Автоматизация обработки априорной информации и натурального эксперимента.											
Раздел 5. Прогнозирование поведения объекта. Определение значения выходного параметра за пределами диапазона изменения факторов. Задачи прогнозирования. Виды прогнозирующих моделей. Примеры использования полиномов для прогнозирования технического состояния объекта.	2	2		10							
Раздел 6. Методы планирования эксперимента для оптимизации параметров процесса. Методы оптимизации процессов. Итерационные методы поиска оптимума. Адаптационные методы оптимизации. Метод последовательного симплексного планирования.	2	2		10							
Итого по семестру:	10	10		52							
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ:	10	10		52							

Основная литература

1. Солодов В.С. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов /В.С. Солодов. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012.- 204 с. ил. (аб 24, ч/з 1)
2. Солодов. В.С. Надёжность и диагностика транспортного радиооборудования и средств автоматики в примерах и задачах: учеб. пособие по дисциплине «Надёжность и диагностика радиоэлектронного оборудования и средств автоматики»/ В.С. Солодов, Н.В. Калитёнков. – М.: МОРКНИГА, 2014, - 294[3] с. (аб 81, ч/з 3)

Дополнительная литература

3. Гиссин, В.И. Планирование эксперимента и обработка результатов / В.И. Гиссин; Министерство образования и науки РФ, Ростовский государственный экономический

университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016>.

4. Медведев, П.В. Математическое планирование эксперимента / П.В. Медведев, В.А. Федотов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – 98 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481785>.

Методические указания к изучению тем дисциплины

Рекомендуется при подготовке к экзамену опираться на следующий план:

- Просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к экзамену.
- Темы необходимо изучать последовательно, внимательно обращая внимание на описание вопросов, которые раскрывают ее содержание. Начинать необходимо с первой темы.
- После работы над темой необходимо ответить на вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки.

Раздел 1. Экспериментальные методы исследования технологических процессов

1. Какие виды задач решаются технологами при экспериментальном исследовании технологических процессов?
2. В чем состоит идея Н. Винера? Как представляется им объект исследования?
3. Что называют откликом и фактором? Какова связь между ними?
4. Как представляется аналитическое выражение функции отклика в теории планирования эксперимента?
5. Как выглядит математическая модель процесса?
6. В чем заключается идея шагового поиска?
7. Какова процедура проверки адекватности модели? Что является критерием ее адекватности?
8. Каковы существуют пути получения выборочных оценок коэффициентов регрессии?
9. Что такое активный эксперимент и каковы его цели?
10. Каковы виды факторов рассматриваются при проведении активного эксперимента?
11. Приведите примеры количественных факторов в инженерной практике.
12. Назовите основные требования, предъявляемые к факторам и их совокупности.
13. Что означает совместимость факторов? Приведите пример несовместимости факторов в исследовании технологических процессов.
14. В чем заключается требование некоррелированности факторов?
15. Какие требования предъявляются к параметру оптимизации в теории планирования эксперимента?
16. Какова основная цель сбора априорной информации о процессе?
17. Что называется полным факторным экспериментом?
18. При каких условиях можно использовать дробный факторный эксперимент?
19. Назовите основные этапы проведения и обработки результатов эксперимента.
20. Что такое воспроизводимость опыта, и по какому критерию он оценивается?
21. Что такое адекватность модели, и по какому критерию она оценивается?
22. Назовите основные достоинства и недостатки ортогональных планов.
23. Назовите основные достоинства и недостатки ротатабельных композиционных и некомпозиционных планов и как они образуются.
24. Что означает композиционность плана? Каким образом это свойство используется при планировании эксперимента?

Раздел 2. Планирование эксперимента для обработки априорной информации

1. Какова особенность построения математических моделей по априорной информации?
2. В чём заключается сложность статистической обработки полиномиальных моделей полученных по априорной информации, и каковы возможные её решения?
3. Каковы преимущества построения полиномиальной модели по априорной информации?

4. Какие планы чаще всего используются для построения полиномиальной модели?
5. Приведите примеры построения математических моделей по априорной информации, представленной в графическом виде.
6. Приведите примеры построения математических моделей по априорной информации, представленной в табличном виде.
7. В каких случаях используются несимметричные планы $M \times M \times M$?
8. Какие этапы в планировании эксперимента отсутствуют при построении модели по априорной информации?
9. Для каких целей, и на какие вопросы должен дать ответ анализ априорной информации?
10. В чём заключается системный подход к исследованию сложной системы?

Раздел 3. Построение математических моделей по натурным испытаниям объекта

1. Назовите основные особенности натурального эксперимента.
2. Назовите основные этапы планирования натурального эксперимента.
3. Изобразите схематическое представление модели объекта в виде «чёрного ящика».
4. На какие группы можно разделить все переменные, определяющие состояние объекта?
5. Какие требования предъявляются к выбору выходного параметра (критерия оптимизации)?
6. Какие требования предъявляются к выбору независимых переменных (факторов)?
7. Что такое совместимость и управляемость факторов?
8. Какие требования предъявляются к совокупности факторов?
9. Назовите планы эксперимента для построения линейных планов. Какими свойствами они обладают?
10. Что такое рандомизация опытов?
11. Как проверить воспроизводимость опытов? По какому критерию она оценивается?
12. По какому критерию оценивается значимость коэффициентов?
13. Что такое адекватность модели? По какому критерию она проверяется?
14. Какие данные необходимы для полной статистической обработки эксперимента?
15. Назовите основные причины незначимости коэффициентов.
16. Назовите достоинства и недостатки полного факторного эксперимента.
17. Какие планы применяются для построения квадратичных моделей?

Раздел 4. Построение полиномиальных моделей при комплексных испытаниях объекта

1. Каковы особенности комплексных испытаний объекта?
2. Назовите требования к выбору параметров комплекса.
3. Каковы особенности плана Бокса-Бенкина?
4. Дайте сравнительную характеристику ОЦКП по трём факторам и плана Бокса-Бенкина.
5. Назовите основное преимущество дробного факторного экспериментаДФЭ при проведении натуральных испытаний.
6. Запишите вид модели, получаемой приДФЭ.
7. Какую функцию выполняет ЭВМ при обработке экспериментальных данных?

Раздел 5. Прогнозирование поведения объекта. Определение значения выходного параметра за пределами диапазона изменения факторов

1. Назовите основные особенности использования планирования эксперимента для прогнозирования выходного параметра в зависимости от фактора времени.
2. Назовите условия, при котором возможно прогнозирование объекта методами планирования активного эксперимента.
3. Что такое интерполяция и экстраполяция полинома?
4. Назовите три вида прогнозирования поведения объекта.

5. Как влияет степень интерполяционного и экстраполяционного полиномов на точность воспроизведения функции.
6. Запишите формулу перевода параметра из абсолютного значения в кодированное и наоборот.
7. Для каких целей производится кодирование факторов?
8. Назовите основную особенность планирования эксперимента для прогнозирующего полинома, одним из факторов является время.
9. Напишите формулу для расчёта коэффициентов двухфакторной модели.
10. Какие планы эксперимента рекомендуются для построения прогнозирующих полиномов?
11. Какие данные необходимо ввести в программу ЭВМ для построения полиномиальной модели?
12. Какие данные необходимо ввести в программу ЭВМ для построения графиков?

Раздел 6. Методы планирования эксперимента для оптимизации параметров процесса

1. Какие методы поиска оптимума относятся к итерационным?
2. Какие методы поиска оптимума относятся к адаптивным?
3. К каким методам относится метод последовательного симплексного планирования?
4. Напишите общую формулу для расчёта координат вершины нового симплекса.
5. Назовите основные достоинства и недостатки метода последовательного симплексного планирования.
6. Что такое симплекс? Дайте определение симплекса как геометрической фигуры.
7. В чём сущность метода Бокса – Уилсона?
8. В чём сущность метода наискорейшего пуска (подъёма)?
9. Какие методы позволяют получить максимум информации о положении оптимума функции отклика?
10. Назовите основные недостатки градиентного метода.

Заключение

Настоящие методические указания предназначены для использования аспирантами в ходе изучения дисциплины Б1.В.05 Планирование эксперимента. Работа с данным материалом предполагается в течение всей продолжительности изучения дисциплины. Выполнение приведенных рекомендаций способствует устойчивому закреплению требуемых компетенций.

<p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский государственный технический университет»</p> <p>Кафедра Автоматики и вычислительной техники</p> <p>Самостоятельная работа по дисциплине Б1.В.05 Планирование эксперимента</p> <p>Методические указания по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника направленность подготовки «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»</p> <p>Мурманск 2019</p>	<p>Составитель – Солодов В.С. канд. тех. наук, профессор кафедры Автоматики и вычислительной техники ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»</p> <p>Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой Автоматики и вычислительной техники 18.06.2019, протокол № 8</p> <p><i>Электронное издание подготовлено в авторской редакции</i></p> <p>Мурманский государственный технический университет 183010, Мурманск, ул. Спортивная д. 13 тел. (8152) 25-40-72</p> <p>© Мурманский государственный технический университет, 2019</p>
---	--