

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное  
 учреждение высшего образования  
 «Рыбинский государственный авиационный технический  
 университет имени П. А. Соловьева»

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по науке и инновациям  
 Т.Д. Кожина  
 (подпись)



3 октября 2016  
 м.п.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.6 «Оптимизация управления технологическими процессами»

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Степень выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Профиль подготовки 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)

Форма обучения очная

Выпускающая кафедра Электротехники и промышленной электроники

Кафедра-разработчик рабочей программы Электротехники и промышленной электроники

Курс	Трудоемкость		Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	Самост. раб.аспир., час.	Форма промежуточного контроля	
	Зач. ед.	час					зачет	экзамен, час.
4	3	108	16	48	-	44	+	-
<b>Итого</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>44</b>	<b>+</b>	<b>-</b>

Рыбинск 2016

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе ФГОС ВО (утвержден 30.07.2014, приказ Министерства образования и науки, регистрационный № 875), учебного плана по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)) (утвержден на заседании ученого совета 29.09.2016, протокол № 6-16)

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электротехники и промышленной электроники (ЭПЭ), протокол № 2 от 19.09.2016 г.

Разработчик:

Заведующий кафедрой ЭПЭ



---

А. В. Юдин

Заведующий кафедрой ЭПЭ



---

А. В. Юдин

## Содержание

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ .....	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1. Содержание (дидактика) дисциплины .....	5
4.2. Лекции .....	6
4.3. Практические занятия .....	6
4.4. Лабораторные работы .....	7
4.5. Самостоятельная работа аспиранта .....	7
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	7
5.1. Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя .....	7
5.2. Рекомендации по освоению дисциплины для аспиранта .....	8
6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА .....	8
6.1. Характеристика оценочных средств.....	8
6.2. Система оценки знаний и график работы по учебной дисциплине .....	9
7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
Приложение .....	11

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является получения навыков владения методами анализа объектов управления и методологией построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами, навыки решения оптимизационных задач, получение знаний об основных методах оптимизации управления технологическими процессами.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Оптимизация управления технологическими процессами» относится к циклу «Дисциплины по выбору» вариативной части образовательной программы».

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплины Информационное обеспечение процессов автоматизации (СУБД) (Организация программного обеспечения АСУ). В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	<b>ПК-4</b> владеет методами анализа объектов управления и методологией построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами	Информационное обеспечение процессов автоматизации (СУБД) (Организация программного обеспечения АСУ)	–

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения курса аспирант должен:

**Знать** основные методы математического и линейного программирования (З.1), классификацию методов безусловной оптимизации (З.2);

**Уметь** выполнять постановку задач математического (У.1) и линейного программирования (У.2);

**Владеть** навыками решения задачи определения наилучших, в смысле структуры (Н.1) или значений параметров (Н.2) процесса или системы.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы (компьютерный практикум)	СРС	Всего часов	
	1	Постановка задач математического программирования.	2	6	-	8	16	ЗПР
	2	Типовые задачи линейного программирования	4	18	-	10	32	ЗПР
	3	Методы оптимизации в нелинейных задачах математического программирования	4	8	-	10	22	ЗПР
	4	Методы безусловной оптимизации	6	16	-	16	38	ЗПР
Промежуточная аттестация:							0	Зачет
<b>ИТОГО:</b>			<b>16</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>44</b>	<b>108</b>	
ЗПР– выполнение и защита практических работ								

##### 4.1. Содержание (дидактика) дисциплины

###### **Раздел 1.** Постановка задач математического программирования.

Оптимизационный подход к проблемам управления технологическими процессами и производственными системами. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

###### **Раздел 2.** Постановка задачи линейного программирования.

Общая (стандартная) задача линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Типовые задачи: максимальное паросочетание, максимальный поток, Транспортная задача. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Типовые алгоритмы решения задачи линейного программирования: Симплекс-метод, полиномиальный алгоритм, метод эллипсоидов.

###### **Раздел 3.** Необходимые условия оптимальности.

Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия существования локальных экстремумов. Достаточные условия существования локальных экстремумов. Метод множителей Лагранжа для решения задачи условного экстремума.

#### Раздел 4. Метод безусловной оптимизации.

Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Метод деления пополам. Метод, основанный на пропорции золотого сечения. Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска. Метод покоординатного спуска. Метод сопряжённых градиентов. Оценка вероятности отыскания глобального экстремума при использовании градиентных методов. Методы второго порядка. Методы случайного поиска. Метод «мультистарта». Адаптивный набросовый алгоритм случайного поиска. Методы многомерной нелинейной оптимизации. Оценка вероятности отыскания глобального экстремума при использовании методов случайного поиска.

##### 4.2. Лекции

№ лекции	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема лекции: содержание лекции
1	1	2	Оптимизационный подход к проблемам управления технологическими процессами и производственными системами.
2	2	2	Типовые задачи линейного программирования.
3	2	2	Типовые алгоритмы решения задачи линейного программирования.
4	3	2	Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования.
5	3	2	Метод множителей Лагранжа для решения задачи условного экстремума.
6	4	2	Методы безусловной оптимизации первого порядка.
7	4	2	Градиентные методы безусловной оптимизации
8	4	2	Методы многомерной нелинейной оптимизации.
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	

##### 4.3. Практические занятия

№ занятия	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия (содержание)
1	1	2	Определение допустимого множества и целевой функции оптимизации.
2	1	4	Подбор информации о методах математического программирования и их классификация.
3	2	2	Решение оптимизационной задачи: максимальное паросочетание.
4	2	2	Решение оптимизационной задачи: максимальный поток.
5	2	2	Решение оптимизационной задачи: транспортная задача.
6	2	4	Реализация алгоритма решения задачи линейного программирования: Симплекс-метод в среде SciLab.
7	2	4	Реализация алгоритма решения задачи линейного программирования: полиномиальный алгоритм в среде SciLab.
8	2	4	Реализация алгоритма решения задачи линейного про-

			граммирования: метод эллипсоидов в среде SciLab.
9	3	2	Формулировка необходимых условий оптимальности в нелинейных задачах математического программирования
10	3	6	Реализация метода множителей Лагранжа для решения задачи условного экстремума в среде SciLab.
11	4	4	Реализация метода, основанного на пропорции золотого сечения для решения задачи безусловной оптимизации в среде SciLab.
12	4	4	Реализация метода наискорейшего спуска для решения задачи безусловной оптимизации в среде SciLab.
13	4	4	Реализация метода сопряжённых градиентов для решения задачи безусловной оптимизации в среде SciLab.
14	4	4	Реализация метода «мультистарта» для решения задачи безусловной оптимизации в среде SciLab.
<b>Итого:</b>		<b>48</b>	

#### 4.4. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 4.5. Самостоятельная работа аспиранта

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРА	Трудоемкость, часов
Постановка задач математического программирования.	1	Подготовка к практическим занятиям № 1–2 и оформление отчетов по ним.	6
Типовые задачи линейного программирования	2	Подготовка к практическим занятиям № 3–8 и оформление отчетов по ним.	20
Методы оптимизации в нелинейных задачах математического программирования	3	Подготовка к практическим занятиям № 9–10 и оформление отчетов по ним.	8
Методы безусловной оптимизации	4	Подготовка к практическим занятиям № 11 – 14 и оформление отчетов по ним.	10
<b>Итого:</b>			<b>44</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих форм организации учебного процесса:

1) **Лекция** – передача учебной информации от преподавателя к аспирантам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение аспирантами *новых теоретических и фактических* знаний.

2) **Практическая работа** – предназначена для углубленного изучения дисциплины. На этих занятиях идет осмысление теоретического материала, формируется умение

убедительно формулировать собственную точку зрения, приобретаются навыки профессиональной деятельности, связанные с использованием программной среды SciLab.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов интерактивных образовательных технологий:

- 1) **Визуализированная лекция**, в процессе которой используются схемы, рисунки, чертежи и т.п. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала.
- 2) **Проблемная лекция** – создание проблемной ситуации перед объяснением нового материала, что способствует появлению у аспирантов познавательной потребности в изучении нового, осознания необходимости знания теоретического материала и его применения в практической деятельности.

#### 5.2. Рекомендации по освоению дисциплины для аспиранта

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 64 часов аудиторных занятий и 44 часа, отведенных на самостоятельную работу аспиранта.

Рекомендации аспирантам по видам самостоятельной работы приведены в таблице:

<b>Вид работы</b>	<b>Рекомендации</b>
Изучение теоретического материала	Знакомство с теоретическим материалом по источникам, указанным в разделе 7
Подготовка к практической работе	Изучение форматов функций SciLab
Подготовка к отчету по практической работе	Изучение функций текстового и графического оформления результатов

## 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Контроль освоения дисциплины и оценивание уровня учебных достижений аспиранта осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов.

**Текущая аттестация** аспирантов производится в следующих формах:

- выполнение практических работ;
- защита практических работ;
- отдельно оцениваются личностные качества аспиранта (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

**Промежуточный контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы).

#### 6.1. Характеристика оценочных средств

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- **задания на практические работы и шаблоны отчетов**, размещены в составе УМК по дисциплине;
- **комплект теоретических вопросов на экзамен**, размещены в составе УМК по дисциплине.



## 6.2. Система оценки знаний и график работы по учебной дисциплине

### Практические работы

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета. Защита отчета проходит в форме доклада аспиранта по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае если оформление отчета и поведение аспиранта во время защиты соответствуют установленным требованиям, аспирант получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения оценки являются:

- нерациональное решение,
- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала .

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- неверно выбранный метод,
- ошибка в методике,
- недопустимое отклонение результатов,
- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала.

### Промежуточная аттестация (зачет):

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, выставляется аспиранту, если он показал знание концептуально-понятийного аппарата всего курса, умение логически четко построить ответ;

- оценка «не зачтено» выставляется аспиранту, если при ответе на зачетный вопрос он по лишь поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса.

### График работы

Форма оценочного средства	Условное обозначение	Номер недели																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Практическая работа	ЗПР						+			+			+		+				
Зачет																		+	

### Оценка знаний обучающихся

№ контрольной точки	Виды учебной работы аспиранта	Срок сдачи, № недели	Число баллов
1	Защита практических работ № 1–2	6	20
2	Защита практических работ № 3–8	9	20
3	Защита практических работ № 9–10	12	20
4	Защита практических работ № 11–14	14	20
<b>Сумма баллов:</b>			<b>80</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>20</b>

<b>Итоговая аттестация</b>	<b>100</b>
----------------------------	------------

Матрица сформированных компетенций

	<b>ПК-4</b> владеет методами анализа объектов управления и методологией построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами					
	<b>З1</b>	<b>У1</b>	<b>Н1</b>	<b>З2</b>	<b>У2</b>	<b>Н2</b>
ТК-1	+			+		
ТК-2		+			+	
ТК-3			+			+
ТК-4			+			+

## **7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1) Заозерская, Л.А. Методы оптимизации: Линейное программирование : учебно-методическое пособие / Л.А. Заозерская, Т.В. Леванова, А.А. Романова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования. «Омский Государственный университет им. Ф.М. Достоевского». - Омск : Омский государственный университет, 2013. - 84 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-7779-1671-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237512> (29.03.2014).

Дополнительная литература:

2) Юдин А.В. Седлецкая С.Э. Научно-технические расчеты на ПЭВМ: Учебное пособие.-Рыбинск РГАТУ им. П.А.Соловьева, 2012.-108 с.

Программное обеспечение:

1. ОС Windows
2. Microsoft Office 2010
3. Kaspersky Endpoint Security
4. Пакет «SCILAB»

Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

- 1.ЭБС «Университетская библиотека» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

2. Практические работы:

- лаборатория Г-315 (дисплейный класс), оснащенная персональными компьютерами, подключенными к сети Internet;

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Оптимизация управления технологическими процессами»

Блок дисциплин «Вариативная часть (Дисциплины по выбору)»

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации)"

Профиль (специальность): 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)

#### Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является получения навыков владения методами анализа объектов управления и методологией построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами, навыки решения оптимизационных задач, получение знаний об основных методах оптимизации управления технологическими процессами.

#### В результате изучения дисциплины аспирант должен:

**Знать** основные методы математического и линейного программирования, классификацию методов безусловной оптимизации;

**Уметь** выполнять постановку задач математического и линейного программирования;

**Владеть** навыками решения задачи определения наилучших, в смысле структуры или значений параметров процесса или системы.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единиц, 108 часа.

#### Основное содержание дисциплины

Постановка задач математического программирования. Оптимизационный подход к проблемам управления технологическими процессами и производственными системами. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

Постановка задачи линейного программирования. Общая (стандартная) задача линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Типовые задачи: максимальное паросочетание, максимальный поток, Транспортная задача. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Типовые алгоритмы решения задачи линейного программирования: Симплекс-метод, полиномиальный алгоритм, метод эллипсоидов.

Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия существования локальных экстремумов. Достаточные условия существования локальных экстремумов. Метод множителей Лагранжа для решения задачи условного экстремума.

Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Метод деления пополам. Метод, основанный на пропорции золотого сечения. Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска. Метод покоординатного спуска. Метод сопряжённых градиентов. Оценка вероятности отыскания глобального экстремума при использовании градиентных методов. Методы второго порядка. Методы случайного поиска. Метод «мультистарта». Адаптивный набросовый алгоритм случайного поиска. Методы многомерной нелинейной оптимизации. Оценка вероятности отыскания глобального экстремума при использовании методов случайного поиска.

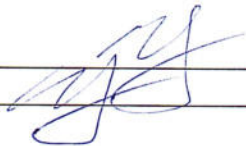


ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа:

одобрена на 20~~17~~/20~~18~~ учебный год. Протокол № 3 заседания кафедры  
от "12" 20 2017 г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_




одобрена на 20~~18~~/20~~19~~ учебный год. Протокол № 3 заседания кафедры  
от "10" 10 2018 г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_



одобрена на 20~~19~~/20~~20~~ учебный год. Протокол № 3 заседания кафедры  
от "14" 10 2019 г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_



одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры  
от "\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры  
от "\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры  
от "\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_