

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Рубанов В.Г.

« 23 »

2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

направление подготовки (специальность):

**15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Автоматизация технологических процессов и производств**  
**(промышленность)**

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**очная**

Институт: Информационных технологий и управляющих систем


Кафедра: Техническая кибернетика

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень магистратуры), утвержденного приказом №1484 от 21.11.2014,
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (магистратура).

Составитель (составители): к.т.н.  (Бажанов А.Г.)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Техническая кибернетика»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

« 11 » марта 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » марта 2015 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » апреле 201 5 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц.



(Солопов Ю.И.)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-16	Способность проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> методы подбора регулирующих воздействий по имеющимся данным об объекте; алгоритмические подходы к моделированию и управлению объектами.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать наиболее эффективные типы регуляторов и их внутренние параметры; строить модели объектов на основе имеющихся данных, в том числе неполных; разрабатывать управляющие автоматы на основе созданных алгоритмических моделей.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками построения структур управления и регулирования для технологических величин; методикой построения четких и нечетких логических моделей объектов управления с использованием алгоритмических подходов; навыками создания управляющих автоматов с применением алгоритмических моделей и средств теории управления.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Моделирование систем и процессов
2	Теория автоматического управления
3	Автоматизация технологических процессов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Автоматизация транспортно-складских операций и логистики
2	Динамика цифровых систем управления

### 3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	85	85
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	131	131
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	113	113
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	30	30
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	30	30
Самостоятельная работа при подготовке к лекциям	17	17
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

## 4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Схема внешних связей аппарата</b>					
	Рассмотрение объекта автоматизации с точки зрения его входных, выходных технологических величин и внутренних переменных и параметров. Определение связей с возмущающими и управляющими воздействиями.	2			2
<b>2. Декомпозиция аппарата на узлы</b>					
	Определение входных управляющих и возмущающих технологических воздействий, а также внутренних стационарных и нестационарных параметров на каждую выходную технологическую величину в отдельности.	3		6	3
<b>3. Математическое описание узла</b>					
	Создание математического описания декомпозированного узла в виде набора дифференциальных уравнений или автоматного графа.	3	5	5	13
<b>4. Формализованное описание объекта для нечетких структур его узлов</b>					
	Создание нечетких функций принадлежности, нечетких продукционных правил и описание на их основе принципа работы узла аппарата.	2	6	6	14
<b>5. Модели узлов в аналитическом и графовом представлении</b>					
	Преобразование детерминированного четкого и нечеткого описания узлов аппарата в графовые структуры, представляющие собой диаграммы их поведения.	3	11	11	23
<b>6. Диаграммы поведения узлов как исходные логические модели аппаратов</b>					
	Описание исходных логических моделей аппаратов на основе совокупности диаграмм поведения его узлов и конвертация их в алгоритмы функционирования аппаратов в целом	4	12	6	22
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>77</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №1				
1	Математическое описание узла. Модели узлов в аналитическом и графовом представлении	Построение диаграмм поведения узла аппарата	10	8
2	Формализованное описание объекта для нечетких структур его узлов. Диаграммы поведения узлов как исходные логические модели аппаратов	Создание алгоритма работы технологического аппарата на основе совокупности диаграмм поведения его узлов	12	12
3	Модели узлов в аналитическом и графовом представлении. Диаграммы поведения узлов как исходные логические модели аппаратов	Создание нечеткой модели функционирования для сложного технологического объекта	12	10
ИТОГО:			34	30
ВСЕГО:				64

## 1.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №1				
1	Математическое описание узла. Модели узлов в аналитическом и графовом представлении	Исследование режимов работы установки	10	11
2	Декомпозиция аппарата на узлы. Формализованное описание объекта для нечетких структур его узлов	Исследование построения формализованных структур описания сложных процессов	12	9
3	Модели узлов в аналитическом и графовом представлении. Диаграммы поведения узлов как исходные логические модели аппаратов	Изучение динамики сложного объекта и построение алгоритма его работы	12	10
ИТОГО:			34	30
ВСЕГО:				64

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Схема внешних связей аппарата	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие внешних связей аппарата.</li> <li>2. Описание технологических управляющих и возмущающих величин. Принципы их оценки.</li> <li>3. Типы графиков различных воздействий и параметров.</li> <li>4. Понятие и примеры технологических условий.</li> </ol>
2.	Декомпозиция аппарата на узлы	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Структурная схема аппарата.</li> <li>6. Методы вычленения узлов из общей схемы внешних связей.</li> <li>7. Определение воздействий на узел и принципы описания.</li> </ol>
3.	Математическое описание узла	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Полные и частные уравнения балансов.</li> <li>9. Область изменения выходной координаты узла, характерные точки и интервалы.</li> <li>10. Формализованная запись технологических условий.</li> <li>11. Построение технологических структур узлов</li> <li>12. Рекомендации по построению технологических структурных схем узлов. Примеры.</li> </ol>
4.	Формализованное описание объекта для нечетких структур его узлов	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Описание объекта с точки зрения взаимосвязей выходной технологической величины с входными технологическими величинами, внутренними параметрами и технологическими условиями.</li> <li>14. Методы построения нечетких продукционных правил для будущей модели узла. Примеры.</li> </ol>
5.	Модели узлов в аналитическом и графовом представлении	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Аналитическое представление модели узла.</li> <li>16. Первичная аналитическая модель узла</li> <li>17. Графовое представление модели.</li> <li>18. Расширение моделей узлов.</li> </ol>
6.	Диаграммы поведения узлов как исходные логические модели аппаратов	<ol style="list-style-type: none"> <li>19. Автоматная структура узлов.</li> <li>20. Модель работы аппарата на основе совокупности диаграмм поведения ее узлов.</li> <li>21. Решение аналитических моделей в виде разверток ее обобщенной диаграммы.</li> <li>22. Синтез управляющего автомата на основе алгоритма работы модели объекта.</li> </ol>

### 5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем (Не предусмотрены)

### 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

#### 1. Создание алгоритма работы технологического объекта.

Исходя из выданного преподавателем известного объекта автоматизации, необходимо построить диаграммы поведения не менее трех его узлов, построить

совокупную математическую модель объекта и создать алгоритм его работы в виде графа операций. Объем 10 страниц А4.

#### **5.4. Перечень контрольных работ (Не предусмотрены)**

### **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **6.1. Перечень основной литературы**

- 1) Магергут, В.З. Построение логических моделей химико-технологических объектов (первичные и исходные модели): учеб. пособие / В. З. Магергут, С. А. Юдицкий, В. Л. Перов. – М: Издательство МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1988. – 80 с.
- 2) Рубанов, В.Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: учеб. пособие / В. Г. Рубанов, А. Г. Филатов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. - 170 с.
- 3) Магергут, В.З. Синтез и анализ адаптивных позиционных систем автоматического управления: [монография] / В. З. Магергут. А. В. Соболев, А. Ф. Егоров, Д. П. Вент. – Новомосковск: Издательство Новомосковский институт РХТУ, 2006. – 244 с.
- 4) Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Аверченков В.И., Казаков Ю.М. – Электрон. текстовые данные. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. – 228 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6990.html>.
- 5) Клачек, П.М. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Часть 1. Теория и технология разработки [Электронный ресурс]: монография / П.М. Клачек [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. – 375 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23834.html>.
- 6) Каляев, И.А. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / И.А. Каляев, В.М. Лохин, И.М. Макаров, С.В. Манько. — Электрон. дан. – М: Машиностроение, 2007. – 360 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/769>.

#### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

- 1) Советов, Б.Я. Моделирование систем: учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 5-е изд., стер. – М: Высшая школа, 2007. - 339 с.
- 2) Рапопорт, Э.Я. Оптимальное управление системами с распределенными параметрами: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 220201 / Э. Я. Рапопорт. – М: Высшая школа, 2009. – 678 с.
- 3) Юдицкий, С.А. Предпроектное моделирование функционирования организационных систем / С. А. Юдицкий, П. Н. Владиславлев. – М:



Научтехлитиздат, 2004. – 120 с.

- 4) Ключек, П.М. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Часть 1. Теория и технология разработки [Электронный ресурс]: монография / П.М. Ключек [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. – 375 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23834.html>.
- 5) Сырецкий, Г.А. Автоматизация технологических процессов и производств. Лабораторный практикум. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Сырецкий Г.А. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 116 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45350.html>.
- 6) Шидловский, С.В. Автоматизация технологических процессов и производств. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М: ТУСУР, 2005. – 100 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5442>.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

<http://www.elibrary.ru>- Научная электронная библиотека

<http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная НТБ России

<http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана

<http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам (ВИНИТИ)

<http://www.unilib.neva.ru/rus/> – Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

<http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета

<http://www.ntb.bstu.ru> и [переход к системе NormaCS](#) - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова

## 7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Преподавание дисциплины «Алгоритмизация технологических процессов» осуществляется в следующих аудиториях:

- 1) специализированный компьютерный класс МК229: 15 персональных компьютеров с выходом в интернет, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II и Matlab;
- 2) лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления МК231: аналоговые вычислительные комплексы АВК 6, аналоговые вычислительные комплексы АВК 31, аналоговые вычислительные комплексы АВК 32, 6 высокопроизводительных компьютеров, проектор, 3D-принтер, 3D-сканер, стенд для исследования мобильных роботов;
- 3) лаборатория управления робототехническими и технологическими системами ЦВТ203: мобильная роботизированная платформа, гексакоптер, паяльная станция, промышленные контроллеры Siemens, 4 высокопроизводительных рабочих станции, набор инструментов, стенд для изучения частотных преобразователей, асинхронный двигатель

при активном использовании ИКТ, используя в учебном процессе для улучшения наглядности и доступности следующее обеспечение:


- интерактивную доску с соответствующим программным обеспечением;
- мультимедиа и анимационный материал поясняющий работу элементов и устройств;
- презентационное программное обеспечение для демонстрации презентаций по разнообразным темам;
- MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox 10 бессрочная лиц. №1145851;
- MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2014b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Statistics and Machine Learning Toolbox10 бессрочная лиц. №362444;
- Microsoft Windows 7 64x MSDN подписка БГТУ;
- Microsoft Office 2013 лицензия БГТУ;

системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software (150 лиц., сетевая (3 сервера), лицензионное соглашение №342/CS-021015 бессрочная).

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Данный курс состоит из лекций, лабораторных работ и практических занятий. Основой является модульный метод обучения, сущность которого состоит в том, что содержание обучения структурируется в автономные организационно-методические блоки – модули, содержание и объём которых могут варьировать в зависимости от дидактических целей. Сами модули формируются в виде разделов, объединяемых по тематическому признаку.

Информационные технологии предполагают использование электронных материалов, системных и программных средств. Применение персональных компьютеров при изучении дисциплины активизирует познавательную деятельность студентов в области современных информационных технологий.

Самостоятельная работа студентов предполагает активное, последовательное и подробное освоение ими соответствующих учебных материалов дисциплины по всем ее структурным разделам с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы и интернет источников. При рассмотрении всех разделов дисциплины рекомендуется постоянная работа с Интернет-ресурсами, с вебинарами проводимыми на русском и английском языках. Итоговый контроль осуществляется в форме экзамена после изучения всех частей курса.