

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-  
Российского университета

М.Е. Лустенков

«30» 06 2016 г.

Регистрационный № УД-20304/Б.р.Б26/р

## УПРАВЛЕНИЕ В BIOTECHНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	7
Лекции, часы	14
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	16
Зачет, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	46
Самостоятельная работа	62
Всего часов / зачетных единиц	108/3

Кафедра – разработчик программы: «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

Составитель: О.В. Обидина, к.ф.м.н, доцент

Могилев, 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 216 от 12.03.2015 г., учебным планом рег. № 120304-2, утвержденным 26.02.2016г. и учебным планом рег. № 1200304-1 от 26.02.2016г.


Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» 20 апреля 2016г., протокол № 11.

Зав. кафедрой  Г.С. Ленеvский

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

«29» июня 2016г., протокол № 5.

Зам. председателя Президиума научно-методического совета

 А.Д. Бужинский


Рецензент:

Чайко Алексей Валерьевич, начальник технического отдела – главный конструктор ОАО «Могилевский завод «Электродвигатель»


Рабочая программа согласована:

Зав. кафедрой «Физические методы контроля»  С.С. Сергеев

Зав. справочно-библиографическим отделом

 Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического отдела

 О.Е. Печковская  
28.06.16

# **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

## **1.1 Цель учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины «Управление в биотехнических системах» является получение студентами навыков самостоятельного применения основных положений теории управления для решения конкретных задач исследования и проектирования биотехнических систем (БТС).

## **1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен знать:

- принципы построения систем управления;
- особенности управления БТС;
- принципы составления математических моделей БТС;
- методы оценки качества процесса управления в установившемся и переходном режимах;
- современные методы анализа и синтеза БТС с использованием ЭВМ.

уметь:

- применять теоретические знания на практике (уметь составлять математические модели автоматической БТС;
- использовать критерии устойчивости линейных систем для оценки устойчивости БТС;
- выполнять анализ качества процесса управления в линейной автоматической БТС).

владеть:

- методами анализа принципов построения БТС и моделирования;
- навыками получения и анализа динамических характеристик и устойчивости.

## **1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина «Управление в биотехнических системах» относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)», «Базовая часть».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Математика»;
- «Общая электротехника»;
- «Информационные технологии».

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Основы проектирования биотехнических и медицинских аппаратов и систем»;
- «Учебно-исследовательская работа студентов».

#### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-9	Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение.	Содержание и задачи курса. Основные понятия и определения. Объект управления. Задачи управления. Основные принципы регулирования. Примеры технического и биологического управления. Автоматические БТС в медицине.	ОПК-9
2	Математические модели линейных автоматических БТС.	Понятие математической модели. Классификация математических моделей БТС. Электрические, механические и биологические подсистемы БТС. Принципы и методы составления математических моделей. Уравнения динамики. Линеаризация. Преобразование Лапласа, его свойства. Операторный метод. Понятие о передаточной функции и переходной характеристике.	ОПК-9
3	Частотные характеристики.	Частотные характеристики: АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ. Связь частотных характеристик с передаточными функциями.	ОПК-9
4	Типовые динамические звенья.	Типовые динамические звенья: пропорциональное, инерционное, интегрирующее, дифференцирующее, колебательное, запаздывающее, их переходные и частотные характеристики. Классификация звеньев.	ОПК-9



Модуль 2									
9	Тема 5. Математическое описание линейных систем.	2	ПЗ№5. Составление и преобразование структурных схем.	2	ЛР№2. Устойчивость линейных систем	2	4	ЗЛР	5
10							4		
11	Тема 6. Устойчивость систем автоматического управления.	2	ПЗ№6. Расчет статических и динамических характеристик по структурным схемам.	2	ЛР№2. Устойчивость линейных систем	2	5	ЗЛР	5
12							5		
13	Тема 7. Критерии устойчивости.	2	ПЗ№7. Определение устойчивости БТС по Ляпунову, Гурвицу.	2	ЛР№2. Устойчивость линейных систем	2	5	ЗЛР	5
14							5		
15			ПЗ№8. Определение устойчивости БТС по Михайлову, Найквисту	2	ЛР№2. Устойчивость линейных систем	2	10	КР ЗЛР ПКУ ПА (зачет)	10 5 30 40
	Итого	14		16		16	62		100

Принятые обозначения:

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Тема 2			2
2	Мультимедиа	Темы 1, 3 - 7			12
3	С использованием ЭВМ			Л.р. № 1 – 2.	16
4	Расчетные		ПЗ№1-8		16
	ИТОГО	14	16	16	46

## 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине «Теория и системы управления» представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Контрольные задания для проведения промежуточного контроля успеваемости	2
3	Вопросы к самостоятельной подготовке и тестовые задания для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ	2

## 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

### 5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>Компетенция ОПК-9: способен использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности</i>			
1	Пороговый уровень	Знает основные понятия и определения систем управления	Владение основными понятиями “вход”, “выход”, “передаточная функция”, “переходная характеристика”. Выполнение отчета по лабораторной работе.
2	Продвинутый уровень	Умеет классифицировать системы управления по различным признакам и определять используемый в системах принцип управления	Способность анализировать признаки управления, классифицировать системы на разомкнутые, по возмущению, отклонению и комбинированные.
3	Высокий уровень	Владеет методиками расчета и проектирования систем управления	Выполнение расчета системы управления. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием математического пакета MathCad и приложения Simulink математического пакета MatLab.

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ОПК-9:</i> способен использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	
Владение основными понятиями “вход”, “выход”, “передаточная функция”, “переходная характеристика”. Выполнение отчета по лабораторной работе.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам №1-2.  Требования к отчету по лабораторным работам №1-2.
Способность анализировать признаки управления, классифицировать системы на разомкнутые, по возмущению, отклонению и комбинированные.	Тестовые задания для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ.
Выполнение расчета системы управления.  Формирование отчета по лабораторной работе с использованием математического пакета MathCad и приложения Simulink математического пакета MatLab.	Контрольные задания для проведения промежуточного контроля успеваемости  Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам №1-2. Требования к отчету по лабораторным работам №1-2.

## 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторные работы №1-2	
Устный опрос	5 баллов - студент демонстрирует полное владение материалом, знаком с основной и дополнительной литературой по теме лабораторной работы. 3 балла - студент усвоил учебно-программный материал, но недостаточно четко и полно отвечает на вопросы. 0 баллов студент получает, если не владеет материалом по теме лабораторной работы.
Тестовое задание	5 баллов студент получает за полностью выполненный тест. 3 балла студент получает за 50% выполненного тестового задания. 0 баллов студент получает, если допущено более 50% ошибок при выполнении тестового задания.



## 5.4 Критерии оценки контрольных работ

10-8 баллов – студент правильно и обоснованно выбирает методику решения задания, четко поясняет методику решения поставленной задачи. Получает численные значения результатов расчета и дает их аргументированное обоснование, правильно использует научную терминологию.

8-6 баллов – студент правильно выбирает методику решения задания, получает численные значения результатов расчета, правильно использует научную терминологию, допускает отдельные неточности, которые не влияют на конечный результат расчета.

6-4 баллов – студент правильно выбирает методику решения задания, правильно, с обоснованием, но расчет выполнен с ошибками, допускает отдельные неточности.

4-2 балла – студент правильно выбирает методику решения задания, но с ошибками составил уравнения.

2-1 балл – студент имеет общее представление о выборе методики решения практического задания, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

0 баллов – студент сдал пустой лист ответа или на нем написаны только задания контрольной работы.

## 5.5 Критерии оценки зачета

На зачет вынесены один теоретический вопрос и три практических задания. Минимальное количество баллов на зачете – 15, максимальное – 40.

Каждый из вопросов оценивается положительной оценкой до 10 баллов, дополнительный вопрос оценивается положительной оценкой до 10 баллов. Дополнительный вопрос задается в случае получения студентом менее 15 баллов при ответе на билет, либо для повышения результирующей оценки за ответы по билету.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

### Теоретический вопрос:

10 баллов – глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, давать развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы, выходящие за пределы учебной программы.

9 баллов – глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в

логической последовательности, дает развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы в объеме учебной программы.

8 баллов – глубокие, систематизированные и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы, точное использование научной терминологии, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы.

7 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью делать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

6 баллов – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

5 баллов – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

4 балла – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.

3 балла – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

Ниже 3 баллов – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

#### Практический вопрос:

10-8 баллов – студент правильно и обоснованно выбирает методику решения практического задания, четко поясняет методику решения поставленной задачи. Получает численные значения результатов расчета и дает их аргументированное обоснование, правильно использует научную терминологию.

8-6 баллов – студент правильно выбирает методику решения практического задания, получает численные значения результатов расчета, правильно использует научную терминологию, допускает отдельные неточности, которые не влияют на конечный результат расчета.

6-4 баллов – студент правильно выбирает методику решения практического задания, правильно, с обоснованием, но расчет выполнен с ошибками, допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

4-2 балла – студент правильно выбирает методику решения практического задания, но с ошибками составил уравнения и не может ответить на дополнительные вопросы.

Ниже 2 баллов – студент имеет общее представление о выборе методики решения практического задания, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

## **6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

К видам самостоятельной работы студентов по данной дисциплине относятся:

- решение задач;
- выполнение тестовых заданий;
- конспектирование;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов систем управления;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- решение задач и упражнений по образцу.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности студента.

Контроль выполнения самостоятельной работы, отчет по самостоятельной работе должны быть индивидуальными.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента могут являться:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;

- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление отчетов по лабораторным работам в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол.экз
1	Набоких В.А. Системы электроники и автоматики автомобилей: Учебное пособие / В.А. Набоких. - М. : Горячая линия - Телеком, 2015. - 204с.	Допущено УМО вузов РФ	5
2	Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления: Учебник / С. И. Малафеев. - М. : Академия, 2010. - 384с.	Рекомендовано ГОУ «ЛЭТИ им В.И. Ульянова» в качестве учебника для студентов вузов	5

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол.экз.
1	Юревич Е. И. Теория автоматического управления : Учебник для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2007. - 560с.	Допущено Министерством образования и науки РФ	10
2	Корнеев Н. В. Теория автоматического управления с практикумом : Учебное пособие для вузов / Н. В. Корнеев, Ю. С. Кустарев, Ю. Я. Морговский. - М. : Академия, 2008. - 224с. - (Высшее профессиональное образование).	Допущено УМО РФ	15
3	Ротач В. Я. Теория автоматического управления : Учебник для вузов / В. Я. Ротач. - 4-е изд., стереот. - М. : Издательский дом МЭИ, 2007. - 400с.: ил.	Рекомендовано МО и науки РФ в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомат-	10

		тизация технологических процессов и производств (энергетика)» направления подготовки «Автоматизированные технологии и производства»	
4	Анхимюк В.Л. Проектирование систем автоматического управления электроприборами. -Мн.: Высшая школа, 1971 - 336 с. ил.	Допущено Министерством высшего и среднего образования БССР в качестве учебного пособия для энергетических специальностей вузов	30
5	Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления /Под ред. Бесекерского В.А. -М.: Наука, 1978. -408 с.	—	30
6	Задачник по теории автоматического управления: Учебное пособие для ВУЗов /Под ред. А.С. Шаталова. -М.: Энергия, 1979.-544 с	—	5
7	Теория автоматического управления : Учебник / Под ред. Ю.М. Соломенцева. - М. :Высш. шк., 1999. - 268с.	Рекомендовано МО РФ	4
8	Анхимюк В.Л. Теория автоматического управления. -Мн.: Вышэйшая школа, 2002 - 352 с.: ил.	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов электротехнических специальностей высших специальных заведений	5
9	Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. –СПб, Изд-во «Профессия», 2003. -752 с.	—	13

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

- 1 Материалы образовательного математического сайта Exponenta.ru, сетевой адрес <http://www.exponenta.ru>
- 2 Материалы сайта "Единое окно доступа к образовательным ресурсам", сетевой адрес <http://window.edu.ru>

## **7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам**

### **7.4.1 Методические рекомендации**

1 Обидина О.В. «Теория автоматического управления. Типовые динамические звенья». Методические указания для проведения лабораторных и практических занятий для студентов всех специальностей, Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2012 -24 с. 99 экз.

2 Обидина О.В. «Теория автоматического управления. Основы автоматизированного управления. Теория и системы управления. Автоматика». Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех специальностей, Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2015 - 41 с. 56 экз.

### **7.4.2 Информационные технологии**

Тема 1. Введение.

Тема 3. Частотные характеристики.

Тема 4. Типовые динамические звенья.

Тема 5. Математическое описание линейных систем.

Тема 6. Устойчивость систем автоматического управления.

Тема 7. Критерии устойчивости.

### **7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе**

1. Математический пакет MathCad.

2. Приложение Simulink математического пакета MatLab.

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «207/2», рег. № ПУЛ-4.205-207/2-15.

# ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине «Управление в биотехнических системах»

направлению подготовки 12.03.04 БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

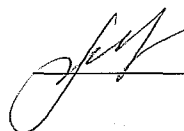
направленности (профилю) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

на 2018-2019 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения			Основание
1	Пункт 7.1 Основная литература изложить в следующей редакции:			Пополнение библиотеч- ного фонда
№ п/п	Библиографиче кое описание	Гриф	Кол. экз.	
1	Ким Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы : учебник и практикум для академ. бакалавриата / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2017. — 311с. — (Бакалавр. Академический курс).	Рек. УМО ВО в качестве учебника и практикума для студ. вузов; Рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. радиотехн., электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учебника для студ. вузов	5	
2	Ким Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебник и практикум для академ. бакалавриата / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2017. — 441с. — (Бакалавр. Академический курс).	Рек. УМО ВО в качестве учебника и практикума для студ. вузов; Рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. радиотехн., электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учебника для студ. вузов	5	

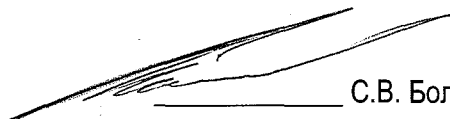
Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок»  
(Протокол № 6 от 23 января 2018 г.)

/ Заведующий кафедрой:  
кандидат технических наук, доцент

 Г.С. Ленеvский


УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета  
кандидат технических наук, доцент  
«*Ок*» 05 2018 г.

 С.В. Болотов

СОГЛАСОВАНО:

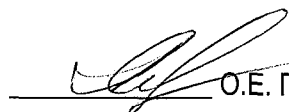
Заведующий кафедрой  
«Физические методы контроля»  
кандидат технических наук, доцент

 С.С. Сергеев

Ведущий библиотекарь

 Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического  
отдела

 О.Е. Печковская