

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники  
(Наименование института)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

**12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

**Биомедицинская инженерия**

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021г



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями дисциплины «Основы управления техническими системами» являются: обучение студентов основам теории автоматического управления, освоение основных принципов построения систем управления, форм представления и преобразования моделей систем, методов анализа и синтеза.

Задачи:

Получить знания, навыки и представления о теории автоматического управления, необходимые при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации электронных средств.

Изучить основные принципы и методы построения систем управления, форм представления и преобразования моделей систем, методов анализа и синтеза.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы управления техническими системами» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК 1 - Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства и их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Умеет строить физические и математические модели узлов и блоков приборов. ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	<i>Знает</i> основы построения простейших физических и математических модели схем, конструкций и технологических процессов.  <i>Умеет</i> строить физические и математические модели узлов и блоков приборов.  <i>Владеет</i> навыками компьютерного моделирования.	Задания рейтинг контроля. Отчет по лабораторным работам.



<p>ПКЗ -Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов изделий и технических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов          ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов          ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем</p>	<p><i>Знает</i> принципы разработки функциональных и структурных схем изделий и технических систем.  <i>Умеет</i> проводить оценочные расчеты характеристик приборов.  <i>Владеет</i> навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>Задания рейтинг контроля.          Отчет по лабораторным работам</p>
--	--	--	---

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

#### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Объекты и системы управления (ОУ, САУ). Принципы и типовые законы управления		1-2	4	-	2		10	
2.	Модели непрерывных линейных САУ. Взаимосвязь форм моделей		3-4	4		4	1	10	
3.	Управляемость, наблюдаемость, полнота. Критерии.		5-6	4				10	Рейтинг-контроль №1



4.	Задачи анализа и синтеза. Устойчивость САУ. Критерии устойчивости	5	7-8	4	-		2	10	
5.	Анализ качества переходных процессов САУ. Инвариантность СУ.		9-10	4				10	
6.	Точность, астатизм САУ. Чувствительность. Робастность.		11-12	4		4	2	14	Рейтинг-контроль №2
7.	Задача синтеза САУ. Модальное управление. Наблюдатель состояний.		13-14	4	-	4		10	
8.	Методы АКОР и Винера		15-16	4		4		10	
9.	Синтез САУ по заданным показателям качества.		17-18	4				15	Рейтинг-контроль №3
Итого по дисциплине					36	-	18		99

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Классификация технических систем.

Тема 1. Объекты и системы управления (ОУ, САУ).

Содержание лекции: Виды объектов управления, управления принципы и типовые законы управления.

Тема 2. Модели непрерывных линейных САУ.

Содержание лекции: Взаимосвязь форм моделей систем управления.

Тема 3. Управляемость, наблюдаемость, полнота.

Содержание лекции: выбор критериев оценки, анализ результатов.

Раздел 2. Системы автоматического управления.

Тема 1. Задачи анализа и синтеза системы..

Содержание лекции: устойчивость САУ. Критерии устойчивости.

Тема 2. Анализ качества переходных процессов САУ.

Содержание лекции: оценка вида переходного процесса, инвариантность СУ.

Тема 3. Точность, астатизм САУ.

Содержание лекции: характеристики системы, чувствительность, робастность.

Тема 4. Задача синтеза САУ.

Содержание лекции: модальное управление, наблюдатель состояний.

Тема 5. Методы АКОР и Винера.

Содержание лекции: сущность методов АКОР и Винера.

Тема 6. Синтез САУ по заданным показателям качества.

Содержание лекции: задачи синтеза системы и ее синтез по заданным показателям.

### Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1. Линейные системы.

Содержание лабораторного занятия: исследование разомкнутой линейной системы БТС.

Тема 2. Регуляторы линейных систем.

Содержание лабораторного занятия: проектирование регулятора для линейной системы БТС.



Тема 3. Моделирование линейных систем управления.

Содержание лабораторного занятия: моделирование систем управления БТС в пакете SIMULINK.

Тема 4. Моделирование нелинейных систем управления.

Содержание лабораторного занятия: моделирование нелинейных систем управления БТС.

Тема 5. Спектр сигналов системы.

Содержание лабораторного занятия: исследование корреляционной функции и спектра сигналов БТС.

Тема 6. Воздействие на систему случайных возмущений.

Содержание лабораторного занятия: исследование разомкнутой линейной системы БТС при случайных возмущениях

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Вопросы к рейтинг-контролю №1.**

1. Передаточная функция, нули и полюса передаточной функции
2. Импульсная характеристика (весовая функция), переходная функция
3. Частотная характеристика
4. Модель в пространстве состояний, модель вида «нули-полюса»
5. Коэффициент усиления в статическом режиме, полоса пропускания системы
6. Время переходного процесса, частота среза системы
7. Собственная частота колебательного звена, коэффициент демпфирования колебательного звена
8. Как связана собственная частота с постоянной времени колебательного звена?
9. Как влияет изменение коэффициента прямой передачи (матрицы в модели в пространстве состояний) на статический коэффициент усиления?

#### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Передаточная функция, нули и полюса передаточной функции
2. Импульсная характеристика (весовая функция), переходная функция
3. Частотная характеристика
4. Модель в пространстве состояний, модель вида «нули-полюса»
5. Коэффициент усиления в статическом режиме, полоса пропускания системы
6. Время переходного процесса, частота среза системы
7. Собственная частота колебательного звена, коэффициент демпфирования колебательного звена.
8. Как связана собственная частота с постоянной времени колебательного звена?
9. Как влияет изменение коэффициента прямой передачи (матрицы в модели в пространстве состояний) на статический коэффициент усиления?

#### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Как найти порядок передаточной функции замкнутой системы, зная характеристики всех ее блоков?
2. Связана ли близость полюсов передаточной функции замкнутой системы к мнимой оси с малым запасом устойчивости?
3. Как зависит статический коэффициент усиления замкнутой системы от характе-



- ристик измерительного устройства?
4. Что такое астатическая система? Что такое порядок астатизма?
  5. Как найти передаточную функцию интегратора, охваченного обратной связью?
  6. Какими свойствами должна обладать передаточная функция по возмущению для того, чтобы постоянное возмущение полностью компенсировалось?
  7. Какими свойствами должен обладать регулятор для того, чтобы постоянное возмущение полностью компенсировалось?
  8. Какие преимущества дает использование интегрального канала в ПИД-регуляторе?
  9. Почему порядок передаточной функции замкнутой системы по возмущению с ПИД-регулятором на 1 больше, чем для системы с ПД-регулятором?
  10. Сколько входов и выходов может иметь подсистема?

## 5.2. Промежуточная аттестация

### Вопросы к экзамену

1. Передаточная функция, нули и полюса передаточной функции.
2. Импульсная характеристика (весовая функция), переходная функция.
3. Частотная характеристика.
4. Модель в пространстве состояний, модель вида «нули-полюса».
5. Коэффициент усиления в статическом режиме, полоса пропускания системы.
6. Время переходного процесса, частота среза системы.
7. Собственная частота колебательного звена, коэффициент демпфирования колебательного звена.
8. Как связана собственная частота с постоянной времени колебательного звена?
9. Как влияет изменение коэффициента прямой передачи (матрицы в модели в пространстве состояний) на статический коэффициент усиления?
10. Какие величины откладываются по осям на графике АЧХ?
11. Как получить передаточную функцию по линейным дифференциальным уравнениям системы?
12. Как построить ЛАФЧХ разомкнутой системы?
13. Как определяются запасы устойчивости по амплитуде и по фазе? Что означают эти величины? В каких единицах они измеряются?
14. Корневой годограф, перерегулирование, время переходного процесса.
15. Как влияет увеличение коэффициента усиления контура на ЛАФЧХ?
16. Почему в дифференцирующей части ПД-регулятора используется дополнительный фильтр в виде апериодического звена с постоянной времени ?
17. Какие преимущества дает использование ПД-регулятора в сравнении с П-регулятором?
18. Как влияет увеличение коэффициента усиления контура на перерегулирование и время переходного процесса?
19. Как найти порядок передаточной функции замкнутой системы, зная характеристики всех ее блоков?
20. Связана ли близость полюсов передаточной функции замкнутой системы к мнимой оси с малым запасом устойчивости?
21. Как зависит статический коэффициент усиления замкнутой системы от характеристик измерительного устройства?
22. Что такое астатическая система? Что такое порядок астатизма?
23. Как найти передаточную функцию интегратора, охваченного обратной



связью?

24. Какими свойствами должна обладать передаточная функция по возмущению для того, чтобы постоянное возмущение полностью компенсировалось?
25. Какими свойствами должен обладать регулятор для того, чтобы постоянное возмущение полностью компенсировалось?
26. Какие преимущества дает использование интегрального канала в ПИД-регуляторе?
27. Почему порядок передаточной функции замкнутой системы по возмущению с ПИД-регулятором на 1 больше, чем для системы с ПД-регулятором?
28. Сколько входов и выходов может иметь подсистема?

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

1. Передаточная функция, нули и полюса передаточной функции.
2. Импульсная характеристика (весовая функция), переходная функция. Частотная характеристика.
3. Модель в пространстве состояний, модель вида «нули-полюса».
4. Коэффициент усиления в статическом режиме, полоса пропускания системы.
5. Время переходного процесса, частота среза системы.
6. Собственная частота колебательного звена, коэффициент демпфирования
7. колебательного звена.
8. Как связана собственная частота с постоянной времени колебательного звена?
9. Как влияет изменение коэффициента прямой передачи (матрицы в модели в пространстве состояний) на статический коэффициент усиления?
10. Какие величины откладываются по осям на графике АЧХ?
11. Как получить передаточную функцию по линейным дифференциальным уравнениям системы?
12. Как построить ЛАФЧХ разомкнутой системы?
13. Как определяются запасы устойчивости по амплитуде и по фазе? Что означают эти величины? В каких единицах они измеряются?
14. Корневой годограф, перерегулирование, время переходного процесса.
15. Как влияет увеличение коэффициента усиления контура на ЛАФЧХ?
16. Почему в дифференцирующей части ПД-регулятора используется дополнительный фильтр в виде апериодического звена с постоянной времени?
17. Какие преимущества дает использование ПД-регулятора в сравнении с П-регулятором?
18. Как влияет увеличение коэффициента усиления контура на перерегулирование и время переходного процесса?
19. Как найти порядок передаточной функции замкнутой системы, зная характеристики всех ее блоков?
20. Связана ли близость полюсов передаточной функции замкнутой системы к мнимой оси с малым запасом устойчивости?
21. Как зависит статический коэффициент усиления замкнутой системы от характеристик измерительного устройства?
22. Что такое астатическая система? Что такое порядок астатизма?
23. Как найти передаточную функцию интегратора, охваченного обратной связью?
24. Какими свойствами должна обладать передаточная функция по возмущению для того, чтобы постоянное возмущение полностью компенсировалось?
25. Какими свойствами должен обладать регулятор для того, чтобы постоянное возмущение полностью компенсировалось?
26. Какие преимущества дает использование интегрального канала в ПИД-регуляторе?
27. Почему порядок передаточной функции замкнутой системы по возмущению с ПИД-регулятором на 1 больше, чем для системы с ПД-регулятором?



28. Сколько входов и выходов может иметь подсистема?

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература</b>			
1. Автоматическое регулирование в электрических системах/Шойко В.П. -Новосиб.: НГТУ, 2012. -195 с.: ISBN 978-5-7782-1909-0 <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546048">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546048</a>	2012	-	нет
2. Исследование систем управления: Учебное пособие / В.В. Мыльник, Б.П. Титаренко. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 238 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01330-4 <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=4468027.1.3">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=4468027.1.3.</a>	2014	-	нет
3. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе VisSim/Жмудь В.А. - Новосибир.: НГТУ, 2015. - 124 с.: ISBN 978-5-7782-2103-1 <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546586">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546586</a>	2015	-	нет
<b>Дополнительная литература</b>			
4. Избранные разделы современной теории автоматического управления / Панкратов В.В., Нос О.В., Зима Е.А. - Новосибир.: НГТУ, 2011. - 223 с.: ISBN 978-5-7782-1810-9 <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548433">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548433</a>	2011	-	нет
5. Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие /В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 312 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-53-7, <a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=449810">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=449810</a>	2014	-	нет

### 6.2. Периодические издания

- Журнал «Медико-биологические проблемы жизнедеятельности»

### 6.3. Интернет-ресурсы

IEEE Xplore [www.ieeeexplore.ieee.org](http://www.ieeeexplore.ieee.org) информационно-справочные системы

eLIBRARY.RU [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) информационно-справочные системы

IOP Journals-Institute of Physics [www.iop.org](http://www.iop.org) информационно-справочные системы

- <http://www.edu.ru> - Единое окно свободного доступа к образовательным ресурсам



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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лекционные занятия и лабораторные работы проводятся в мультимедийном центре 331-3 , оборудованном мультимедийными системами, компьютерами.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- Microsoft office.



Рабочую программу составил д.т.н., профессор Оленев Е.А. \_\_\_\_\_

Рецензент

Начальник отдела медицинской физики,

информатики и дозиметрии ГБУЗ ВО "ОКОД", к.т.н., Чирков К. В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой Татмышевский К.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Председатель комиссии Татмышевский К.В. \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.22 года

Заведующий кафедрой ЭПБС *Григорьев* (Татьяна Степановна К.В.)

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_