

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



Декан факультета Бурковский А.В.

31 августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Цифровые системы управления»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

Васильев /Васильев Е.М./

Заведующий кафедрой
электропривода, автоматике
и управления в технических
системах

Бурковский /Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

Гусев /Гусев К.Ю./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель дисциплины – формирование у студентов способности применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления; разрабатывать и применять современные технологии создания программных комплексов.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

приобрести знания об основных принципах построения цифровых систем, управления;

владеть приёмами проектирования структуры и синтеза алгоритмов обработки сигналов в цифровых системах управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Цифровые системы управления» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Цифровые системы управления» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

ПК-6 - способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать основные принципы построения цифровых систем управления
	уметь применять полученные знания для построения моделей цифровых систем
	владеть информационными технологиями моделирования и анализа цифровых систем
ПК-6	владеть приёмами проектирования структуры и синтеза алгоритмов обработки сигналов в цифровых системах управления.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровые системы управления» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	27	27
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные занятия	9	9
Самостоятельная работа	81	81
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Предмет и задачи курса. Основные понятия, определения и принципы построения цифровых систем	2	-	4	6
2	Математический аппарат анализа и синтеза цифровых систем	Разностные уравнения дискретных процессов. Дискретное преобразование Лапласа. Дискретное преобразование Фурье. Спектр сигналов в цифровых системах.	8	-	37	45
3	Модели цифровых систем	Передаточные функции цифровых систем. Преобразования структурных схем цифровых систем. Частотные характеристики цифровых систем. Восстановление непрерывного сигнала из дискретного.	8	9	40	57
Итого			18	9	81	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Составление моделей цифровых систем управления в пакете MatLab.
2. Анализ устойчивости и качества цифровых систем управления.

5.3. Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено учебным планом

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются для очной формы обучения по следующей системе:

«зачтено»;

«не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Способ оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	знать основные принципы построения цифровых систем управления	Опрос	Полный ответ. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания. Демонстрируется умение анализировать материал.	Затрудняется ответить
	уметь применять	Решение	Выполнение теста на 70-	В тесте менее 70%

	полученные знания для построения моделей цифровых систем	стандартных практически задач в форме теста	100%	правильных ответов
	владеть информационными технологиями моделирования и анализа цифровых систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	владеть приемами проектирования структуры и синтеза алгоритмов обработки сигналов в цифровых системах управления.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы. Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Общее понятие о дискретной системе управления. Достоинства и недостатки цифрового способа представления информации.
2. Математическое описание цифровых систем с использованием разностных уравнений.
3. Математическое описание цифровых систем с использованием свёртки.
4. Математическое описание цифровых систем с использованием передаточных функций.
5. Математическое описание цифровых систем с помощью амплитудных и фазовых частотных характеристик.
6. Математическое описание систем с амплитудно-импульсной модуляцией .
7. Математическое описание систем с частотно-импульсной модуляцией.
8. Математическое описание систем с широтно-импульсной модуляцией.
9. Структурные преобразования цифровых систем.
10. Анализ устойчивости дискретных систем.
11. Прохождения сигналов через дискретные системы. Теорема Котельникова.
12. Частотные методы оценки качества цифровых систем.
13. Методы оценки времени регулирования и точности цифровых систем управления.
14. Коррекция цифровых систем.
15. Понятие об оптимальности в дискретных системах управления.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Условие эквивалентности цифровой и аналоговой системы управления:

- а) одинаковый динамический порядок систем;
- б) одинаковый статический коэффициент передачи;
- в) выполнение теоремы Котельникова;
- г) выполнение условия Ляпунова.

2. Что является аргументом разностного уравнения:

- а) частота;
- б) время;
- в) оператор Лапласа;
- г) номер такта.

3. Характерный признак цифровой системы:

- а) квантование по уровню;
- б) квантование по времени;
- в) квантование по уровню и времени одновременно;
- г) наличие импульсного элемента.

4. Что характерно для дискретной функции времени:

- а) дискретная область определения;
- б) дискретная область значений;
- в) дискретные область определения и область значений.

5. Преимущество цифровых систем перед аналоговыми:

- а) простота;
- б) помехоустойчивость;
- в) точность;
- г) быстрое действие

6. В каких системах применяется экстраполятор нулевого порядка:

- а) в системах с квантованием по уровню;
- б) в системах с квантованием по времени;
- в) в системах с квантованием по уровню и времени одновременно;
- г) в системах с импульсным элементом.

7. Как выглядит передаточная функция экстраполятора нулевого порядка:

а) $W(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s}$;

$$\text{б) } W(s) = \frac{k}{s(1 - e^{-sT})};$$

$$\text{в) } W(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s(1 + e^{-sT})}.$$

8. Как должны соотноситься частота ω_k квантования и граничная частота $\omega_{гр}$ полезного сигнала в дискретной системе:

а) $\omega_k \leq \omega_{гр}$;

б) $2\omega_k \leq \omega_{гр}$;

в) $\omega_k \geq 2\omega_{гр}$;

г) $\omega_k \geq \omega_{гр}$.

9. Какое разностное уравнение соответствует передаточной функции

$$W(z) = \frac{z-1}{z^2 + z - 1} :$$

а) $y_i = x_i - y_{i-1} - y_{i-2} - 1$;

б) $y_i = x_{i-1} - y_{i-1} + y_{i-2} - x_{i-2}$;

в) $y_i = x_i - y_{i+1} - y_{i+2} - 1$;

г) $y_i = x_{i=1} - y_{i+1} - y_{i+2} - 1$.

10. Как выглядит условие конечной длительности переходного процесса в системе с передаточной функцией $W(z) = \frac{k}{z+k-1}$:

а) $k=1$;

б) $k=2$;

в) $k=-z$;

г) $k=e^{-z}$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Разработка цифровой системы управления тяговым электродвигателем.
2. Система управления шаговым линейным двигателем.
3. Разработка цифровой системы управления прецизионного привода положения.
4. Оптимальная следящая система на дискретных элементах.
5. Разработка цифрового регулятора нагрузочного стенда.
6. Разработка дискретной системы управления двигателем переменного тока.
7. Синтез корректирующего цифрового фильтра в каналах передачи данных.
8. Синтез цифрового шумоподавляющего предусилителя.
9. Разработка модели широтно-импульсного модулятора.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

16. Общее понятие о дискретной системе управления. Достоинства и недостатки цифрового способа представления информации.
17. Математическое описание цифровых систем с использованием разностных уравнений.
18. Математическое описание цифровых систем с использованием свёртки.
19. Математическое описание цифровых систем с использованием передаточных функций.
20. Математическое описание цифровых систем с помощью амплитудных и фазовых частотных характеристик.
21. Математическое описание систем с амплитудно-импульсной модуляцией.
22. Математическое описание систем с частотно-импульсной модуляцией.
23. Математическое описание систем с широтно-импульсной модуляцией.
24. Структурные преобразования цифровых систем.
25. Анализ устойчивости дискретных систем.
26. Прохождения сигналов через дискретные системы. Теорема Котельникова.
27. Частотные методы оценки качества цифровых систем.
28. Методы оценки времени регулирования и точности цифровых систем управления.
29. Коррекция цифровых систем.
30. Понятие об оптимальности в дискретных системах управления.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении текущего контроля

Зачёт с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит два вопроса и задачу в форме теста.

За ответы на вопросы билета выставляется:

5 баллов, если ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых положений курса;

4 балла, если ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;

3 балла, если имеются нарушения в последовательности изложения.

Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами;

2 балла, если материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний;

0 баллов, если обучающийся затрудняется ответить на вопрос.

За выполнение теста на 90-100% выставляется 5 баллов, на 80—90% - 4 балла, на 70-80% - 3 балла, 50-60% - 2 балла; 40-50 % - 1 балл; менее 40 % - 0 баллов.

Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 7 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 9 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 12 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 13 до 15 баллов.

Студент аттестуется, при получении оценки «Удовлетворительно» или «Хорошо» или «Отлично». При получении оценки «Неудовлетворительно» студент не аттестуется.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ОПК-2, ПК-6	Тесты, проверочные задания
2	Математический аппарат анализа и синтеза цифровых систем	ОПК-2, ПК-6	Тесты, проверочные задания
3	Модели цифровых систем	ОПК-2, ПК-6	Тесты, проверочные задания

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Цифровые системы управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Григорьев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2011.— 133 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71514.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического регулирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Карпов А.Г.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72217.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3 Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов. - 3-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2012. - 1048 с

4. Данилов А.Д. Цифровые системы управления : Учеб. пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежская государственная лесотехническая академия", 2007. - 235 с.

5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов : Учеб. пособие. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 768 с.

6. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов моделирование в Simulink : Учеб. пособие. - М. : БХВ-Петербург, 2012. - 432 с.

7. Гаврилов Е.Б. Цифровые системы управления. Сборник задач для индивидуальных заданий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаврилов Е.Б., Саблина Г.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45454.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Беляев М.Е. Методические указания к выполнению практической работы по курсу «Управление непрерывными и дискретными процессами» [Электронный ресурс]/ Беляев М.Е., Павлов А.С., Шаветов С.В.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016.— 41 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67268.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при

**осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:
Лицензионное программное обеспечение**

MicrosoftOfficeWord 2013/2007

MicrosoftOfficeExcel 2013/2007

MicrosoftOfficePowerPoint 2013/2007

MatLab

Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

<https://electrono.ru>

<https://www.tehnari.ru/>

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<https://www.sql.ru/>

Информационные справочные системы

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

База данных zbMath

Адрес ресурса: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/zbmath>

Association for Computing Machinery, ACM

Адрес ресурса: https://dl.acm.org/contents_dl.cfm

Единый портал инноваций и уникальных изобретений

Адрес ресурса: <http://innovationportal.ru/>

Инновации в России

Адрес ресурса: <http://innovation.gov.ru/>

Росстандарт. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

Адрес ресурса: <https://www.gost.ru/portal/gost/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Дисплейный класс, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет и программным обеспечением, необходимым для выполнения заданий и лабораторных работ

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Цифровые системы управления» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия направлены на приобретение практических навыков логического синтеза.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой заданий.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Выполнение лабораторных работ, содержащих прикладные задания по моделированию и анализу цифровых систем.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

	- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	