МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «20» июня 2023 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины
Дискретные и нелинейные системы

Закреплена за кафедрой **Кафедра автоматизированных и информационных систем управления**
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 84

часов на контроль 45

Формы контроля в семестрах:

Экзамен 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	84	84	84	84
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого:	180	180	180	180

Год набора 2023.

Программу составил:
Доцент каф. АИСУ, кандидат технических наук,
доцент Халапян Сергей Юрьевич
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Дискретные и нелинейные системы
наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора.
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 20.06.2023 г., протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Автоматизированные и информационные системы управления
Протокол от «24» мая 2023 г. № 03.

И.о. зав.
кафедрой АИСУ *подпись* Д. А. Полещенко
И.О. Фамилия

«24» мая 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
И.о. зав. кафедрой АИСУ,
кандидат технических наук, доцент Д. А. Полещенко
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии *подпись* *И.О. Фамилия*

«24» мая 2023 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Целью освоения дисциплины «Дискретные и нелинейные системы» является формирование у обучающихся целостного системного представления о системах автоматического управления, методах их анализа и синтеза, а также умений и навыков в области теории управления технологическими процессами. Задачи дисциплины: 1. Научить обучающихся осуществлять обоснованный выбор структуры системы управления и определять передаточную функцию для системы управления заданной структуры; 2. Научить обучающихся выполнять построение временных и частотных характеристик и проводить их анализ с целью идентификации объектов и систем управления; 3. Научить обучающихся приемам анализа устойчивости систем автоматического управления; 4. Научить обучающихся выполнять оценку качества переходных процессов и точности систем управления; 5. Научить обучающихся осуществлять обоснованный выбор регулятора и оптимизацию его параметров.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающихся**
2.1.1	Математика
2.1.2	Физика
2.1.3	Информатика
2.1.4	Компьютерное обеспечение специальности
2.1.5	Непрерывные системы
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Моделирование процессов и систем
2.2.2	Адаптивное и оптимальное управление
2.2.3	Интеллектуальные системы управления
2.2.4	Цифровые и микропроцессорные устройства

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач	
Знать:	УК-1-З1 Знать критерии устойчивости, качества переходных процессов и точности систем автоматического управления и регулирования
Знать:	УК-1-З2 Знать методологию и терминологию теории управления; типовые структуры систем управления и регулирования, методы расчета и преобразования структурных схем
Уметь:	УК-1-У1 Уметь делать расчеты по определению устойчивости и качества систем автоматического управления
Владеть:	УК-1-В1 Владеть навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации при решении теоретических и практических задач, связанных с профессиональной деятельностью
Владеть:	УК-1-В2 Владеть навыками расчета параметров качества переходных процессов, оценки точности систем управления технологическими процессами, преобразования структурных схем
ОПК-3 Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
Знать:	ОПК-3-З1 Знать основные методы моделирования систем управления и регулирования, выбора и расчета автоматических управляющих устройств
Уметь:	ОПК-3-У1 Уметь выполнять построение переходных процессов и частотных характеристик систем управления и исследовать их на ЭВМ
ОПК-4 Способен проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов при управлении проектами	
Уметь:	ОПК-4-У1 Уметь выбрать в соответствии с заданными объектом и критерием качества управления структурную схему системы
Владеть:	ОПК-4-В1 Владеть навыками выбора необходимых параметров управляющих устройств, определения устойчивости систем управления по алгебраическим и частотным графоаналитическим критериям

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	**Наименование разделов и тем /вид занятия/**	**Семестр**	**Часов**	**Компетенции**	**Литература и электронные ресурсы**	**Примечание**
	Раздел 1. Общие вопросы теории управления					
1.1	Преобразование структурных схем /пр/	4	2	*ОПК-4-У1* *ОПК-3-У1* *УК-1-В1*	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1	
1.2	Диаграмма Вышнеградского /л.р/	4	4	*ОПК-4-У1* *УК-1-У1* *УК-1-В2*	Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.3 Э1	
1.3	Критерий Найквиста. Запас устойчивости /пр/	4	2	*УК-1-У1* *ОПК-4-В1*	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1	
1.4	Точность систем управления /пр/	4	2	*УК-1-У1* *ОПК-4-В1*	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1	
1.5	Корневой метод оценки качества переходного процесса /пр/	4	2	*ОПК-4-У1* *УК-1-У1* *УК-1-В2*	Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1	
1.6	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к защите лабораторной работы. Выполнение домашнего задания. /ср/	4	20	*ОПК-4-У1* *УК-1-У1* *ОПК-3-У1* *УК-1-В1* *ОПК-4-В1* *УК-1-В2*	Л1.1-1.3 Л2.1, 2.2 Л3.1-3.4 Э1	
	Раздел 2. Импульсные (дискретные) системы					
2.1	Импульсные (дискретные) САУ. Классификация. Квантование и модуляция. Импульсный элемент. Теорема В.А. Котельникова. /лек/	4	2	*УК-1-32* *ОПК-3-31*	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
2.2	Решетчатые функции и разностные уравнения. Z-преобразование. Таблица Z-преобразования. /лек/	4	2	*УК-1-32* *ОПК-3-31*	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Л3.2 Э1	
2.3	Z-преобразование /пр/	4	2	*ОПК-4-У1* *ОПК-3-У1* *УК-1-В1*	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1	
2.4	Устойчивость импульсных систем. Аналог правила Ляпунова. W-преобразование. Критерии устойчивости импульсных систем. /лек/	4	3	*УК-1-31*	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
2.5	Использование W-преобразования /пр/	4	2	*УК-1-У1* *ОПК-4-В1*	Л1.1 Л2.1 Л2.2	

					Л3.4 Э1	
2.6	Критерий устойчивости Шур-Кона /пр/	4	2	*УК-1-У1* *ОПК-4-В1*	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1	
2.7	Критерий Михайлова для дискретных систем /пр/	4	3	*УК-1-У1* *ОПК-4-В1*	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л3.4 Э1	
2.8	Устойчивость дискретных систем /л.р/	4	5	*УК-1-У1* *ОПК-4-В1*	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л3.3 Э1	
2.9	Оценка качества импульсных систем. Цифровые САУ. Применение в САУ микропроцессоров и микро-ЭВМ. /лек/	4	2	*УК-1-32* *УК-1-31*	Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
2.10	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к защите лабораторной работы. Выполнение домашнего задания /ср/	4	40	*УК-1-32* *УК-1-31* *ОПК-3-31* *ОПК-4-У1* *УК-1-У1* *ОПК-3-У1* *УК-1-В1* *ОПК-4-В1*	Л1.1-1.3 Л2.1, 2.2 Л3.1-3.4 Э1	
	Раздел 3. Нелинейные системы управления					
3.1	Нелинейные системы. Классификация. Релейные системы. Релейное регулирование. Системы с нелинейностью в виде сухого трения и зазора. /лек/	4	3	*УК-1-32* *ОПК-3-31*	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
3.2	Исследование нелинейных блоков и систем /л.р/	4	4	*ОПК-3-У1* *УК-1-В1*	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.3 Э1	
3.3	Основные задачи исследования нелинейных систем. Точные и приближенные методы их решения. /лек/	4	3	*УК-1-31* *ОПК-3-31*	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
3.4	Задача экстремального управления в нелинейных системах. Методы определения производной и организации движения к экстремуму /лек/	4	2	*УК-1-31* *ОПК-3-31*	Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
3.5	Исследование системы экстремального управления с синхронным детектированием /л.р/	4	4	*ОПК-3-У1* *УК-1-В1*	Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л3.3 Э1	
3.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к защите	4	24	*УК-1-32* *УК-1-31* *ОПК-3-31* *ОПК-3-У1*	Л1.1-1.3 Л2.1, 2.2 Л3.1, 3.3, 3.4 Э1	

	лабораторных работ. /ср/			*УК-1-В1*		
	Часы на контроль /контроль/	4	45	*УК-1-З2* *УК-1-З1* *ОПК-3-З1* *ОПК-4-У1* *УК-1-У1* *ОПК-3-У1* *УК-1-В1* *ОПК-4-В1* *УК-1-В2*	Л1.1-1.3 Л2.1, 2.2 Л3.1-3.4 Э1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену

5.1.1. Перечень контрольных вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов (промежуточный контроль успеваемости)

1. Импульсные (дискретные) САУ. Определения. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
2. Классификация импульсных систем. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
3. Квантование по времени и уровню. Импульсный элемент. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
4. Теорема В.А. Котельникова. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
5. Виды модуляции. Достоинства и недостатки. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
6. Решетчатые функции и разностные уравнения. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
7. Z-преобразование и его свойства. (УК-1-З2, ОПК-3-З1, ОПК-4-У1, УК-1-В1)
8. Использование таблицы Z-преобразования. (УК-1-З2, ОПК-3-З1, ОПК-3-У1)
9. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых импульсных систем. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
10. Устойчивость импульсных САУ. Аналог правила Ляпунова. (УК-1-З2, УК-1-З1)
11. Устойчивость импульсных САУ. W-преобразование. (УК-1-З2, УК-1-З1, ОПК-4-В1)
12. Устойчивость импульсных САУ. Критерий Шур-Кона. (УК-1-З2, УК-1-З1, УК-1-У1)
13. Устойчивость импульсных САУ. Критерий Михайлова. (УК-1-З2, УК-1-З1)
14. Устойчивость импульсных САУ. Критерий Найквиста. (УК-1-З2, УК-1-З1)
15. Оценка качества импульсных систем. (УК-1-З2, УК-1-З1, УК-1-В2)
16. Цифровые САУ. Применение в системах управления микропроцессоров и микро-ЭВМ. (УК-1-З2, УК-1-З1)
17. Нелинейные САУ. Основные понятия и особенности. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
18. Классы нелинейных систем. (УК-1-З2, ОПК-3-З1, ОПК-3-У1)
19. Простейшие типы нелинейных элементов. (УК-1-З2, ОПК-3-З1, УК-1-В1)
20. Релейные системы, двух- и трехпозиционное регулирование. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
21. Система с нелинейностью в виде сухого трения. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
22. Система с нелинейностью в виде зазора. (УК-1-З2, ОПК-3-З1)
23. Основные задачи исследования нелинейных систем. (УК-1-З1, ОПК-3-З1, УК-1-В2)
24. Метод фазовых траекторий. (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
25. Метод припасовывания граничных значений. (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
26. Метод гармонической линеаризации. (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
27. Устойчивость нелинейных САУ. (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
28. Устойчивость «в большом» и «в малом». (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
29. Автоколебания. (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
30. Критерий абсолютной устойчивости Попова. (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
31. Экстремальное регулирование. (УК-1-З1, ОПК-3-З1, ОПК-3-У1)
32. Методы определения градиента. (УК-1-З1, ОПК-3-З1)
33. Организация движения к экстремуму. (УК-1-З1, ОПК-3-З1, УК-1-В1)

5.1.2. Перечень контрольных практических заданий, используемых при формировании экзаменационных билетов (промежуточный контроль успеваемости):

1. Определить функцию дискретного времени по ее изображению (ОПК-4-У1, ОПК-3-У1, УК-1-В1):
   1) $X(z)=(4z^2+5z)/(4z^2+5z+1)$
   2) $X(z)=(z2+7)/(2z^2+3z-2)$
   3) $X(z)=(3z^2+3)/(3z^2+7z+2)$
   4) $X(z)=(10z^2+5z+4)/(4z^2+6z+2)$
   5) $X(z)=(10z^2+8z+7)/(6z^2+7z+1)$
2. С помощью W-преобразования определить устойчивость импульсной САУ (УК-1-У1, ОПК-4-В1):
   1) $A(z) = 16z^4 + 19z^3 + 11z^2 + 6z + 1$
   2) $A(z) = 14z^4 + 15z^3 + 10z^2 + 5z + 1$
   3) $A(z) = 15z^4 + 13z^3 + 9z^2 + 7z + 1$

4) $A(z) = 18z^4 + 21z^3 + 12z^2 + 7z + 1$
5) $A(z) = 11z^4 + 13z^3 + 8z^2 + 3z + 1$

3. С помощью критерия Шур-Кона определить устойчивость импульсной САУ (УК-1-У1, ОПК-4-В1):
1) $A(z) = 14z^4 + 14z^3 + 9z^2 + 7z + 1$
2) $A(z) = 9z^4 + 11z^3 + 8z^2 + 5z + 1$
3) $A(z) = 13z^4 + 12z^3 + 7z^2 + 3z + 1$
4) $A(z) = 12z^4 + 14z^3 + 9z^2 + 5z + 1$
5) $A(z) = 10z^4 + 12z^3 + 6z^2 + 2z + 1$

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

По дисциплине предусмотрены
1. Домашнее задание 1 (ДЗ1) (УК-1-З1, УК-1-У1, ОПК-4-В1)
Тема: Определение устойчивости замкнутой САУ (по вариантам) [Л 3.2].
Пример варианта домашнего задания №1
Определить устойчивость замкнутой САУ с помощью критерия Найквиста.
Определить запас устойчивости по амплитуде.

$W(p) = 2 / (p^4 + 3*p^3 + 3*p^2 + 4*p + 1)$

2. Домашнее задание 2 (ДЗ2) (УК-1-З2, ОПК-3-З1, ОПК-4-У1, ОПК-3-У1).
Тема: Определение функции дискретного времени по ее изображению (по вариантам) [Л 3.2].
Пример варианта домашнего задания №2
Определить функцию дискретного времени по ее изображению.

$X(z) = (z^2 + 4) / (z^2 - 2*z + 1)$

3. Лабораторные работы [Л 3.3].
3.1 Лабораторная работа №1 (ЛР1) (*ОПК-4-У1, УК-1-У1, УК-1-В2*)
Тема: Диаграмма Вышнеградского
3.2 Лабораторная работа №2 (ЛР2) (*УК-1-У1, ОПК-4-В1*)
Тема: Устойчивость дискретных систем
3.3 Лабораторная работа №3 (ЛР3) (*ОПК-3-У1, УК-1-В1*)
Тема: Исследование нелинейных блоков и систем
3.4 Лабораторная работа №4 (ЛР4) (*ОПК-3-У1, УК-1-В1*)
Тема: Исследование системы экстремального управления с синхронным детектированием

Комплект вопросов для защиты домашних заданий (текущий контроль успеваемости)

Домашнее задание №1 (УК-1-З1, УК-1-У1, ОПК-4-В1)
1. Как определить устойчивость по критерию Найквиста?
2. Зачем в домашнем задании используется критерий Рауса?
3. Как устойчивость замкнутой системы, если разомкнутая устойчива?
4. Как устойчивость замкнутой системы, если разомкнутая неустойчива?
5. Как устойчивость замкнутой астатичиской системы?
6. Как определить запас устойчивости по амплитуде?
7. Как определить запас устойчивости по фазе?

Домашнее задание №2 (УК-1-З2, ОПК-3-З1, ОПК-4-У1, ОПК-3-У1)
1. Что такое прямое Z-преобразование?
2. Что такое обратное Z-преобразование?
3. Как использовать таблицу Z-преобразования?
4. Как использовать свойства Z-преобразования?
5. Как определить передаточную функцию дискретной САУ?

Комплект вопросов для защиты лабораторных работ (текущий контроль успеваемости)

Лабораторная работа №1 (*ОПК-4-У1, УК-1-У1, УК-1-В2*)
1. Для чего нужна диаграмма Вышнеградского?
2. Какова форма переходного процесса в каждой из областей диаграммы и за ее пределами?
3. Что представляет собой среднегеометрический корень?
4. Как получить нормированное характеристическое уравнение?
5. Какие линии и зачем могут наноситься на диаграмму Вышнеградского?

Лабораторная работа №2 (*УК-1-У1, ОПК-4-В1*)
1. Как определить устойчивость импульсной САУ?

2. Каковы особенности применения правила Ляпунова?
3. Зачем нужно W-преобразование?
4. Как применять критерий Шур-Кона?
5. Как применять критерий Михайлова для определения устойчивости импульсных САУ?
6. Как применять критерий Найквиста для определения устойчивости импульсных САУ?

Лабораторная работа №3 (*ОПК-3-У1, УК-1-В1*)
1. Что такое нелинейное звено?
2. Дать классификацию нелинейных звеньев.
3. Дать классификацию нелинейных звеньев Vissim'a.
4. Построить в Vissim'e генератор синусоидального напряжения, частоту которого можно менять. Пояснить принцип его действия.
5. Как проверить работу логических блоков Vissim'a?
6. Как построить в Vissim'e блок с заданной статической характеристикой?
7. Пояснить логику работы магнитного пускателя.
8. Что такое нелинейная САР? Привести примеры.

Лабораторная работа №4 (*ОПК-3-У1, УК-1-В1*)
1. Какова роль градиента в системе поиска экстремума?
2. С какой целью в систему вводят усредняющий фильтр?
3. Как влияют параметры генератора синусоидальных колебаний на оценку градиента?
4. Как выбрать амплитуду и частоту генератора синусоидальных колебаний?
5. Как в замкнутой системе можно обеспечить заданное время выхода на экстремум?
6. Каким образом осуществляется стабилизация системы в точке экстремума?

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса из установленного перечня контрольных вопросов, используемых при формировании экзаменационных билетов при оценке знаний обучающихся на экзамене по темам, изложенным в разделах 1-3 данной РПД, а также практическое задание из установленного перечня контрольных заданий, используемых при формировании экзаменационных билетов.
Пример экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.А.Угарова
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСИС»
Кафедра «Автоматизированных и информационных систем управления»
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль – Электропривод и автоматика
Дисциплина «Дискретные и нелинейные системы»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Устойчивость импульсных САУ. Критерий Михайлова.
2. Релейные системы, двух- и трехпозиционное регулирование.
3. Определить функцию дискретного времени по ее изображению:

$$X(z) = (4z^2 + 5z) / (4z^2 + 5z + 1)$$

Экзаменатор _____ С.Ю. Халапян

Утверждено на заседании кафедры АИСУ

Протоколом №___ от _____ 202__ г.

И.о. зав. кафедрой АИСУ _____ Д. А. Полещенко

Билеты в бумажном виде хранятся на кафедре АИСУ и утверждены ее заведующим (или заместителем зав. кафедрой).

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

№ п/п	Формы контроля	Критерий	Оценка
1.	Экзамен	Компетенции УК-1, ОПК-3, ОПК-4 сформированы.	«Отлично»

			Обучающийся демонстрирует: - глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами; - способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий; - аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.		
			Компетенции УК-1, ОПК-3, ОПК-4 сформированы. Обучающийся демонстрирует: - знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины; - твердые знания теоретического материала; - умение дать четкие ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины. Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий.	«Хорошо»	
			Компетенции УК-1, ОПК-3, ОПК-4 сформированы. Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала по изученной дисциплине; - неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неточные ответы на дополнительные вопросы; - умение выполнять практические задания без грубых ошибок; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины.	«Удовлетворительно»	
			Компетенции УК-1, ОПК-3, ОПК-4 не сформированы. Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета; - отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий; - незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины.	«Неудовлетворительно»	

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Ким Д. П.	Теория автоматического управления. Учебник и	ЭБС «Юрайт» URL: https://urait.ru/bcode/450559	Москва: Юрайт, 2020.

		практикум для вузов		
Л 1.2	Ким Д. П., Дмитриева Н. Д.	Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов	ЭБС «Юрайт» URL: https://urait.ru/bcode/452301	Москва: Юрайт, 2020.
Л 1.3	Ягодкина Т. В., Беседин В. М.	Теория автоматического управления. Учебник и практикум для вузов	ЭБС «Юрайт» URL: https://urait.ru/bcode/450572	Москва: Юрайт, 2020.
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Аббасова Т.С., Аббасов Э.М.	Теория автоматического управления : учебное пособие	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=594520	Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2020.
Л 2.2	Минаев И.Г., Самойленко В.В., Ушкур Д.Г.	Введение в теорию автоматического регулирования: учебное пособие	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=614454	Ставрополь: АГРУС, 2019
6.1.3. Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Халапян С.Ю.	Теория управления. Дискретные и нелинейные системы. [Текст] : курс лекций.	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС», 2021
Л 3.2	Халапян С.Ю.	Теория управления. Дискретные и нелинейные системы. [Текст] : метод. указания для самостоятельной работы по вып. домашних заданий	https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT	
Л 3.3	Халапян С.Ю.	Теория автоматического управления. Дискретные и нелинейные системы [Текст] : метод. указания по выполнению лабораторных работ	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС», 2015
Л 3.4	Халапян С.Ю.	Теория управления. [Текст] : метод. указания по выполнению практических работ	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС», 2017
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	https://tstu.ru/book/elib/pdf/2004/lazarev1.pdf			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Microsoft Windows			

П 2	Microsoft Office
П 3	Vissim (студенческая версия)
П 4	PTC Mathcad Express (свободно распространяемое программное обеспечение)
П 5	Kaspersky Endpoint Security
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И. 1	- LMS Canvas (приказ НИТУ «МИСиС» № 387 о.в. от 05.06.2018 г. «О применении в учебном процессе ЭОР») https://lms.misis.ru/
И. 2	- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
И. 3	- Российская государственная библиотека: http://www.rsl.ru/
И. 4	- Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: http://biblioclub.ru/
И. 5	- Электронная библиотека НИТУ «МИСИС»: http://elibrary.misis.ru/
И. 6	- Университетская информационная система РОССИЯ: https://uisrussia.msu.ru/
И. 7	- Электронно-библиотечная система «Юрайт»: https://urait.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Ауд.	Назначение	Оснащение
419	Лекционная мультимедиа-аудитория	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: • усилитель-распределитель; • монитор; • панель аудио; • монитор планшетный; • компьютер; • настенный экран; • микшерный пульт; • мультимедиа проектор; • усилитель звука; • документ -камера; • система видео конференции связи; • контроллер; • коммутатор; • звуковые колонки; • вокальная радиосистема; • комплект учебной мебели на 70 посадочных мест.
414	Лаборатория промышленной электроники	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: • компьютер-моноблок - 8 шт.; • лабораторный стенд по практикуму «схемотехника» компьютер-моноблок - моноблок Asus EeeTop 1602 Atom - 4 шт.; • доска; • проектор; • лабораторный стенд «электроника» - 5 шт.; • комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.
306	Кабинет для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: • проектор; • доска; • экран настенный; • компьютер – 6 шт.; • комплект учебной мебели на 20 человек. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины "Дискретные и нелинейные системы" в семестре 4 обучающемуся необходимо:
1. Посещать все виды занятий.
2. Отчеты по практическим работам рекомендуется выполнять с использованием MS Office, допускается выполнять в рукописном виде.
3. Активно работать с научными базами в сети Интернет.
4. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью контроля освоения обучающимися совокупности

компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины. Освоение компетенций характеризуются определенными знаниями, умениями и навыками, опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются как в процессе изучения дисциплины (текущий контроль успеваемости), так и по завершении изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций обучающихся сформированы оценочные средства.

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине проводится в форме:

- домашние задания №1 и №2 выполняемые обучающимися самостоятельно;
- лабораторных работ.

По результатам выполнения ДЗ1 и ДЗ2 обучающиеся оформляют отчеты (по ГОСТ 7.32–2017 Отчет о научно-исследовательской работе).

Структурными элементами отчетов являются:

- титульный лист;
- содержание;
- номер варианта, формулировку задания и исходные данные;
- основная часть, содержащая решение поставленной задачи;
- выводы по проделанной работе;
- список использованных источников;
- приложения.

Промежуточная аттестация

Учебным планом ОПОП ВО по дисциплине предусматривается промежуточная аттестация в форме экзамена в 4 семестре. Промежуточная аттестация проводится с целью оценки качества освоения обучающимися содержания дисциплины. При проведении промежуточной аттестации обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины, которые характеризуют результат освоения совокупности компетенций (частей компетенций) на этапе изучения данной дисциплины.

Результаты обучения по дисциплине, характеризующие освоение совокупности компетенций (части компетенций), при проведении промежуточной аттестации оцениваются по четырех балльной системе.

<u>Система оценивания результатов освоения дисциплины</u>

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, текущем контроле посещения обучающимися аудиторных занятий в НИТУ «МИСиС» П 239.09- 18, выпуск 2».