

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория автоматического управления» является ознакомление с многообразием систем автоматического управления (САУ) и изучение современных методов теории управления, формирование целостного математического базиса анализа и синтеза САУ, позволяющего понимать новые направления развития современной теории управления и применять их к решению конкретных задач.

1.2 Задачи дисциплины

Задачей дисциплины «Теория автоматического управления» является формирование у студентов способности участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к базовой части учебного плана, изучается в 5 семестре.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Теория автоматического управления» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

общепрофессиональные (ОПК):

- способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);

- способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения (ОПК-2)

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

знать:

знать:

- фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;
- современное состояние области профессиональной деятельности.

уметь:

- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;
- искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области.

владеть:

- навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач;
- навыками работы за персональным компьютером, в том числе пакетами прикладных программ для разработки и представления документации

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Естественнонаучный и общепрофессиональный модули		
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-

	<p>профессиональной деятельности, труду (B14)</p>	<p>ориентированных ситуационных задач.</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	<p>- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
<p>Интеллектуальное воспитание</p>	<p>- формирование культуры умственного труда (B11)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.</p>

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ П/ П	Раздел учебной дисциплин ы	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестац ия раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел *
			Лекции	Прак. работы	Самост работа			
Семестр 6								
1	Раздел 1	1	2	2	2	КР1-2	КР2-4	10
		2	2	2	2			
		3	2	2	2			
		4	2	2	2			
2	Раздел 2	5	2	2	2	КР6	КР5-9	15
		6	2	2	2			
		7	2	2	2			
		8	2	2	2			
3	Раздел 3	10	2	2	2	ИЗ-14	КЛ-14	15
		11	2	2	2			
		12	2	2	2			
		13	2	2	2			
4	Раздел 4	14	2	2	2	ИЗ-16	КЛ-18	10
		15	2	2	2			
		16	2	2	2			
		17	2	2	2			
Итого			36	36	36	20	30	50
Экзамен			36					50
Итого за 5 семестр								100

КР- контрольная работа

КЛ-коллоквиум

ИЗ- индивидуальное задание

4.1 Содержание лекций

5 семестр

Раздел 1-2

Тема 1.1 Основные понятия и определения ОАР

Цель автоматического управления. Объект управления, его входные (управляющие) и выходные (управляемые) переменные. Возмущения - полезные

(нагрузка) и помехи. Системы автоматического регулирования, программного управления и следящие системы. Фундаментальный принцип автоматического управления - обратная связь. Принцип компенсации. Основные функциональные элементы и схемы систем. Пример САУ. Классификация САУ.

Тема 1.2 Линейные модели систем

Статистические и динамические характеристики. Линейные математические модели систем в переменных входы-выходы. Дифференциальные уравнения. Линеаризация уравнений. Передаточные функции. Преобразование Лапласа. Функциональные и структурные схемы. Передаточные функции последовательного, параллельного соединений и замкнутой системы.

Тема 1.3 Типовые динамические звенья и их характеристики

Частотная характеристика разомкнутой системы. Годографы АФЧХ и логарифмические характеристики. Типовые возмущающие функции. Характеристики во временной области: переходная, весовая (импульсная). Динамические характеристики типовых звеньев (безинерционного, инерционного, интегрирующего, дифференцирующего, интегродифференцирующего). Динамические характеристики типовых звеньев (с усилителем-инвертором, колебательного, запаздывающего). Динамические характеристики электродвигателя и электромашинного усилителя.

Тема 1.4 Устойчивость линейных систем

Свободные и вынужденные процессы в системах. Определение асимптотической и экспоненциальной устойчивости. Колебательность системы. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова и Найквиста. Логарифмические критерии устойчивости. Определение допустимого коэффициента усиления. Построение областей устойчивости в плоскости одного и двух параметров (D-разбиение).

Тема 1.5 Качественные показатели САУ

Прямые и косвенные показатели качества. Оценка ошибки регулирования. Определение требуемого коэффициента усиления. Методы оценки качества по вещественной составляющей частотной характеристики. Методы расчета переходных процессов в системе. Графоаналитические методы. Метод трапеций. Определение допустимого коэффициента усиления.

Раздел 3-4

Тема 2.1 Синтез и коррекция систем

Синтез систем по логарифмическим характеристикам. Последовательная и параллельная коррекция. Порядок синтеза и анализа САУ.

Тема 2.2 Системы с переменными параметрами

Определение системы, математическое представление. Весовая характеристика и передаточная функция (переменная частотная характеристика). Анализ методами замороженных коэффициентов и замороженных реакций.

Тема 2.3 Системы с запаздыванием

Системы с запаздыванием и распределенными параметрами. Расчет приближенными методами. Графоаналитические методы оценки устойчивости замкнутой и разомкнутой систем (критерии Михайлова и Найквиста).

Тема 2.4 Адаптивные системы

Экстремальные, самонастраивающиеся и обучающиеся системы. Экстремальные САУ. Детерминированный поиск экстремума: методы градиента, наискорейшего спуска и Гауса-Зейделя. Метод случайного поиска экстремума: статистического случайного, статистического градиента, статистического наискорейшего спуска. Динамика экстремальных систем. Квазистационарные и форсированные процессы.

4.2 Тематический план практических работ 5 семестр

1. Исследование характеристик динамических звеньев САУ. (по различным принципам действия).
2. Исследование характеристик нелинейных звеньев САУ. (по различным принципам действия).
3. Исследование САУ стабилизации скорости вращения электродвигателя.
4. Исследование САУ задания угла поворота вала.
5. Исследование преобразований структурных схем.
6. Составление функциональных схем систем автоматического управления технологическими процессами.

7. Составление уравнений движения звеньев с применением уравнений Лагранжа 2-го рода. Определение передаточных функций звеньев систем автоматического управления.
8. Составление структурных схем систем автоматического управления. Преобразование структурных схем.
9. Построение амплитудно-фазовых частотных характеристик систем автоматического управления.
10. Построение логарифмических частотных характеристик систем автоматического управления.
11. Определение устойчивости и критических коэффициентов передачи систем автоматического управления с использованием критериев Гурвица, Михайлова, Найквиста.
12. Определение устойчивости и критических коэффициентов передачи систем автоматического управления с помощью логарифмических частотных характеристик.
13. Частотный синтез корректирующего устройства.
14. Метод корневого годографа.
15. Исследование пин-регуляторов.
16. Модальное управление.
17. Наблюдающие устройства.

4.3 Самостоятельная работа студентов

5 семестр

1. Освоение теоретического учебного материала.
2. Подготовка к практическим занятиям, оформление отчета.
3. Подготовка к промежуточной аттестации.
4. Подготовка к экзамену, сдача его (в период экзаменационной сессии).

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в

учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий. Многие практические занятия реализованы компьютерными технологиями.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень оценочных средств, используемых для текущего контроля и аттестации раздела

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
5 семестр			
КР	Контрольная работа	Комплект заданий для аттестации раздела.	Комплект заданий
КЛ	Коллоквиум	Контрольные вопросы для проведения аттестации раздела.	Тематика вопросов

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-1	31, 32	У1, У2	В1, В2	КР1-4, КР2-9
ОПК-2	31, 32	У1, У2	В1, В2	КР1-4, КР2-9

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
5 семестр						
Раздел 1-2 Основные понятия и определения ОАР, линейные модели	Основные понятия и определения ОАР, Линейные	ОПК-1, ОПК-2	31, 32, У1, У2, В1, В2	КР1-4	КР2-9	Экзамен

систем, типовые динамические звенья и их характеристики. Устойчивость линейных систем, качественные показатели САУ, системы управления на переменном токе	модели систем, Типовые динамические звенья и их характеристики, Устойчивость линейных систем, Качественные показатели САУ					
Раздел 3-4 Синтез и коррекция систем. Системы с переменными параметрами, системы с запаздыванием, адаптивные системы.	Синтез и коррекция систем, Системы с переменными параметрами, Системы с запаздыванием, Адаптивные системы	ОПК-1, ОПК-2	31, 32, У1, У2, В1, В2	ИЗ1-14	КЛ1-18	

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл – мин. балл
КР	Контрольная работа №1	- правильно определены типы звеньев - правильно пояснены характеристики звеньев	10	10 – 6
		- правильно определены типы звеньев - характеристики звеньев пояснены с недочетами	8	
		- правильно определены типы звеньев - характеристики звеньев не пояснены	6	
		во всех остальных случаях	<6	
КР	Контрольная работа №2	- правильно построены ЛАЧХ и ФЧХ - правильно пояснены свойства логарифмической характеристики	15	15 – 9
		- правильно построены ЛАЧХ и ФЧХ - свойства логарифмической характеристики пояснены с недочетами	13	
		- правильно построены ЛАЧХ и ФЧХ - свойства логарифмической характеристики не пояснены	12	
		- правильно построена только ЛАЧХ или ФЧХ - свойства логарифмической характеристики не пояснены	9	
		во всех остальных случаях	<9	
ИЗ	Индивидуальное	- правильно построена ЛАЧХ и ФЧХ - правильно определена устойчивость	10	10 – 6

	расчетное задание	системы - правильно получена общая передаточная функция - введено корректирующее звено для улучшения характеристик системы		
		- правильно построена ЛАЧХ и ФЧХ - правильно определена устойчивость системы - правильно получена общая передаточная функция	9	
		- правильно построена ЛАЧХ и ФЧХ - правильно определена устойчивость системы	8	
		- правильно построена ЛАЧХ и ФЧХ	6	
		во всех остальных случаях	<6	
КЛ	Коллоквиум	выставляется студенту, если 100% работы выполнено правильно	15	15 – 9
		выставляется студенту, если 90% работы выполнено правильно	14	
		выставляется студенту, если 80% работы выполнено правильно	12	
		выставляется студенту, если 70% работы выполнено правильно	10	
		выставляется студенту, если 60% работы выполнено правильно	9	
		выставляется студенту, если меньше 60% работы выполнено правильно	<9	
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильном ответе, при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	50	50-30
		выставляется студенту при правильном ответе и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	40	
		выставляется студенту при ответах на вопросы, допускается содержание некоторых неточностей	30	
		если студент не дал ответ на вопросы и не может ответить на дополнительные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего, промежуточного контроля, аттестации разделов и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится

		студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	---

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамену)

1. Цель автоматического управления.
2. Объект управления, его входные (управляющие) и выходные (управляемые) переменные.
3. Возмущения - полезные (нагрузка) и помехи.
4. Системы автоматического регулирования, программного управления и следящие системы.
5. Фундаментальный принцип автоматического управления - обратная связь.
6. Принцип компенсации.
7. Основные функциональные элементы и схемы систем.
8. Пример САУ. Классификация САУ.
9. Статистические и динамические характеристики.
10. Линейные математические модели систем в переменных входы-выходы.
11. Дифференциальные уравнения. Линеаризация уравнений.
12. Передаточные функции.
13. Преобразование Лапласа.
14. Функциональные и структурные схемы.
15. Передаточные функции последовательного, параллельного соединений и замкнутой системы.
16. Частотная характеристика разомкнутой системы.
17. Годографы АФЧХ и логарифмические характеристики.
18. Типовые возмущающие функции.
19. Характеристики во временной области: переходная, весовая (импульсная).
20. Динамические характеристики типовых звеньев (безинерционного, инерционного, интегрирующего, дифференцирующего, интегродифференцирующего).

21. Динамические характеристики типовых звеньев (с усилителем-инвертором, колебательного, запаздывающего).
22. Динамические характеристики электродвигателя и электромашинного усилителя.
23. Свободные и вынужденные процессы в системах.
24. Определение асимптотической и экспоненциальной устойчивости.
25. Колебательность системы.
26. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова и Найквиста.
27. Логарифмические критерии устойчивости.
28. Определение допустимого коэффициента усиления.
29. Построение областей устойчивости в плоскости одного и двух параметров (D-разбиение).
30. Прямые и косвенные показатели качества.
31. Оценка ошибки регулирования.
32. Определение требуемого коэффициента усиления.
33. Методы оценки качества по вещественной составляющей частотной характеристики.
34. Методы расчета переходных процессов в системе.
35. Графоаналитические методы. Метод трапеций.
36. Определение допустимого коэффициента усиления.
37. Синтез систем по логарифмическим характеристикам.
38. Последовательная и параллельная коррекция.
39. Порядок синтеза и анализа САУ.
40. Определение системы, математическое представление.
41. Весовая характеристика и передаточная функция (переменная частотная характеристика).
42. Анализ методами замороженных коэффициентов и замороженных реакций.
43. Системы с запаздыванием и распределенными параметрами.
44. Расчет приближенными методами.
45. Графоаналитические методы оценки устойчивости замкнутой и разомкнутой систем (критерии Михайлова и Найквиста).
46. Экстремальные, самонастраивающиеся и обучающиеся системы.
47. Экстремальные САУ.

48. Детерминированный поиск экстремума: методы градиента, наискорейшего спуска и Гауса-Зейделя.

49. Метод случайного поиска экстремума: статистического случайного, статистического градиента, статистического наискорейшего спуска.

50. Динамика экстремальных систем.

Квазистационарные и форсированные процессы

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Малафеев, С.И. Теория автоматического управления [Текст]: учебник / С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 377, [1] с. : ил. ; 22 см. - (Высшее образование. Электротехника) (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 374-375. - 1000 экз. - ISBN 978-5-4468-0230-2 (в пер.)
2. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Текст]: учебное пособие / Ощепков А. Ю.; . - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2013. - 208 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5848 - ЭБС «Лань»
3. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие для вузов / А. А. Первозванский. - СПб. : Лань, 2010. - 624 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=301 - ЭБС «Лань»
4. http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Гайдуков

7.2 Дополнительная литература

1. Бржозовский, Б.М. Управление системами и процессами [Текст]: учебник для вузов / Б. М. Бржозовский, В. В. Мартынов, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2010. - 296 с. : граф., табл., рис., схем. - Библиогр.: с. 286-292. - ISBN 978-5-94178-212-3
2. Виноградов, В. М. Автоматизация технологических процессов и производств. Введение в специальность [Текст] : учеб. пособие / В. М. Виноградов, А. А. Черепашин. - М.: Форум, 2014. - 191 с.: ил. - Библиогр.: с. 165-166 (14 назв.). - 500

экз. - ISBN 978-5-91134-898-4

3. Кангин, В.В. Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. В. Кангин, В. Н. Козлов. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 418 с. : граф., табл., рис. - (Автоматика). - Библиогр.: с. 415-418. - ISBN 978-5-94774-908-3
4. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие/ Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010.— 162 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13869>. — ЭБС «IPRbooks»
5. Смоленцев, В.П. Управление системами и процессами [Текст] : учеб. для студентов вузов / В. П. Смоленцев, В. П. Мельников, А. Г. Схиртладзе; под ред. В. П. Мельникова. - М.: Изд. центр "Академия", 2010. - 332, [4] с.: рис., табл. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 327-328 (36 назв.). - ISBN 978-5-7695-5732-3
6. http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Шапкарин

7.3 Периодические издания

1. Проблемы машиностроения и автоматизации

<http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7307>

7.4 Интернет-ресурсы

1. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5848

2. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=301

3. <http://www.iprbookshop.ru/13869>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>