

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета



Л. Р. Фионова

(Фамилия, инициалы)

Факультет (Подпись)

«15»

Л.Р. Фионова

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.1.20 Теория управления

Направление подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика»

Профиль подготовки «Математическое моделирование в экономике и технике»

Квалификация (степень) выпускника – *бакалавр*

Форма обучения очная

Пенза, 2015

1. Цели освоения дисциплины

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория управления» являются:

- формирование у студентов математических знаний для успешного овладения общенаучными и профессиональными дисциплинами на необходимом научном уровне;
- развитие у студентов логического и алгоритмического мышления;
- формулировать у студентов умение самостоятельно применять законы и методы математики для решения профессиональных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Учебная дисциплина «Теория управления» относится к базовой части математического и естественнонаучного блока. Дисциплина опирается на знания, полученные при изучении дисциплин, формирующих компетенции, развиваемые в данной дисциплине: математически анализ; алгебра, теория функций комплексного переменного. Дисциплина служит основой для дальнейшего изучения таких дисциплин как «математическое моделирование».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц. Продолжительность изучения дисциплины — один семестр (шестой).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) «Теория управления».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-10	готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ моделирования, принять решение на основе полученных результатов	Знать: – классические методы анализа и синтеза стационарных систем;
		Уметь: решать некоторые задачи, связанные с построением информационных моделей.
		– Владеть: владеть навыками составления оптимизационных задач методами теории управления.
ПК-11	готовность применять знания и навыки управления информацией	Знать: – основные понятия, задачи и методы теории управления; – формы описания систем
		Уметь: применять основные методы для решения задач оптимального управления с целью синтеза соответствующих систем управления.и систем.
		Владеть: владеть навыками решения оптимизационных задач методами теории управления.

4. Структура и содержание дисциплины Теория управления

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)							
				Аудиторная работа				Самостоятельная Работа					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрол. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	Проверка выполнения домашних работ
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену								
1.	Раздел 1. Основные понятия теории управления системами	6	1-6	12	6	6		12	12							5				2-6
1.1.	Тема 1. Задачи теории управления. Формы математического описания систем управления.	6	1-2	4	2	2		4	4							5				2
1.2.	Тема 2. Импульсная переходная и передаточная функция системы. Передаточные функции звеньев первого и второго порядков.	6	3-4	4	2	2		4	4							5				4

1.3.	Тема 3. Классификация систем: дискретные и непрерывные, одномерные и многомерные, линейные и нелинейные, стационарные и динамические, детерминированные и стохастические	6	5-6	4	2	2		4	4										6
2.	Раздел 2. Анализ систем и их характеристики.	6	7-12	12	6	6		12	12						11				8-12
2.1.	Тема 2.1. Достижимость (управляемость) и наблюдаемость. Анализ систем.	6	7-8	4	2	2		4	4						11				8
2.2.	Тема 2.2. Принцип обратной связи. Разомкнутые и замкнутые системы. Использование графов для описания систем с обратной связью.	6	9-10	4	2	2		4	4						11				10
2.3.	Тема 2.3. Алгебраические методы теории управления. Достижимость (управляемость) и наблюдаемость. Анализ систем.	6	11-12	4	2	2		4	4						11				12
3.	Раздел 3. Методы оптимального управления системами.	6	13-18	12	6	6		12	12						16				14-17
3.1	Тема 3.1. Задачи вариационного исчисления с дополнительными ограничениями. Метод множителей Лагранжа. Случай нефиксированного времени достижения. Гамильтониан и его использование	6	13-14	4	2	2		4	4						16				14

3.2	Тема 3.1. Непрерывное оптимальное управление и задача Больца. Непрерывное оптимальное управление при неопределенном времени достижения.	6	15-16	4	2	2		4	4							16				16
3.3.	Линейные оптимальные быстродействия. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Принцип оптимальности.	6	17-18	4	2	2		4	4											17
	<i>Курсовая работа (проект)</i>	Не предусмотрена																		
	<i>Подготовка к экзамену</i>																			
	Общая трудоемкость, в часах			36	18	18		36	36							Промежуточная аттестация				
																Форма	Семестр			
																	Дифференцируемый зачет с оценкой	6		

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Основные понятия теории управления системами	Задачи теории управления. Формы математического описания систем управления.
		Импульсная переходная и передаточная функция системы. Передаточные функции звеньев первого и второго порядков.
		Классификация систем: дискретные и непрерывные, одномерные и многомерные, линейные и нелинейные, стационарные и динамические, детерминированные и стохастические
2.	Анализ систем и их характеристики	Достижимость (управляемость) и наблюдаемость. Анализ систем.
		Принцип обратной связи. Разомкнутые и замкнутые системы. Использование графов для описания систем с обратной связью.
		Алгебраические методы теории управления. Достижимость (управляемость) и наблюдаемость. Анализ систем. Принцип обратной связи. Разомкнутые и замкнутые системы. Использование графов для описания систем с обратной связью
3.	Методы оптимального управления системами	Задачи вариационного исчисления с дополнительными ограничениями. Метод множителей Лагранжа. Случай нефиксированного времени достижения. Гамильтониан и его использование
		Непрерывное оптимальное управление и задача Больца. Непрерывное оптимальное управление при неопределенном времени достижения. Линейные оптимальные быстродействия. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Принцип оптимальности.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Теория управления» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;
- практических занятий с использованием методов «многократного повторения»; по логике мышления – индуктивные, дедуктивные и репродуктивные.
- организации самостоятельной работы на основе личностно-дифференцированного подхода планирования задания в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.
- организации текущего контроля знаний студентов методами: выполнения домашних заданий, оценки активности на практических занятиях и рейтинговой системы общей оценки знаний студентов.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья проводится в зависимости от их индивидуальных потребностей. При необходимости обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляется социально-психологическая помощь и сопровождение. Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	№ раздела дисциплины	Тема	Вид самостоятельной работы	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	1	Задачи теории оптимального управления. Формы математического описания систем управления. Классификация систем и формы их описания: дискретные и непрерывные, одномерные и многомерные, линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные, детерминированные и стохастические.	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 1.1 -1.7	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4
2.	1	Импульсная переходная и передаточная функция системы. Передаточные функции звеньев первого и второго порядков	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 1.8 -1.16	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4
3.	2	Достижимость (управляемость) и наблюдаемость. Анализ систем. Принцип обратной связи. Разомкнутые и замкнутые системы. Использование графов для описания систем с обратной связью.	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 2.2 -1.7	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4
4.	2	Алгебраические методы теории управления. Методы Ляпунова для исследования устойчивости, методы исследования чувствительности	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В.	4

			решения № 2.7 -2.10	Школа., 2008 г.	
5.	3	Вариационное исчисление и оптимальное управление. Уравнения Эйлера-Лагранжа и условия трансверсальности.	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 3.1 -3.7	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4
6.	3	Задачи вариационного исчисления с дополнительными ограничениями. Метод множителей Лагранжа. Случай нефиксированного времени достижения. Гамильтониан и его использование	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 4.1 -4.7	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4
7.	3	Непрерывное оптимальное управление и задача Больца. Непрерывное оптимальное управление при неопределенном времени достижения. Линейные оптимальные быстродействия. Принцип максимума Понтрягина.	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 4.8 -1.12	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4
8.	3	Многошаговые процессы. Различные примеры многошаговых процессов	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 5.1 -1.7	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4
9.	3	Динамическое программирование. Принцип оптимальности.	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г. Задачи для самостоятельно-го решения № 5.7 -5.10	Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах. Учебное пособие.- М.: В. Школа., 2008 г.	4

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

- Подготовка к аудиторным занятиям проводится посредством изучения курса лекций, дополнительной литературы, а также решения предложенных задач.

-Подготовка к зачету – изучение курса лекций, упражнения в решении типовых задач, изучение дополнительной литературы.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Контрольная работа 1	Основные понятия теории управления системами.	ПК-10 , ПК-11
2	Контрольная работа 2	Анализ систем и их характеристики	ПК-10 , ПК-11
3	Контрольная работа 3	Методы оптимального управления системами.	ПК-10 , ПК-11

Демонстрационный вариант теста №1 (№2, №3) Не предусмотрено

Вопросы для собеседования №1 (№2, №3) Не предусмотрено

Вопросы для коллоквиума №1 (№2, №3) Не предусмотрено

Темы рефератов и др. Не предусмотрено

Вопросы и задания к зачету

1. Задачи теории управления
2. Принцип максимума Понтрягина.
3. Классификация систем управления
4. Многошаговые процессы. Различные примеры многошаговых процессов.
5. Достижимость, управляемость и наблюдаемость. Анализ систем.
6. Динамическое программирование. Принцип оптимальности.
7. Принцип обратной связи. Разомкнутые и замкнутые системы.
8. Использование графов для описания систем с обратной связью.
9. Структура процессов динамического программирования.
10. Алгебраические методы управления.
11. Оптимальное управление запасами.

12. Вариационное исчисление и оптимальное управление
13. Классификация задач идентификации.
14. Непрерывное оптимальное управление при неопределенном времени достижения.
15. Импульсная переходная и передаточная функции систем.
16. Линейное оптимальное быстроедействие и задача Больца.
17. Описание систем интегральными уравнениями
18. Задачи вариационного исчисления – случай нефиксированного времени достижения.
19. Основное свойство линейного фильтра с минимальной дисперсией ошибки.
20. Метод множителей Лагранжа.

Задачи

Определить экстремаль, удовлетворяющую краевым условиям и проверить, доставляет ли она слабый минимум:

а). $J = \int_{-1}^1 t^2 x'^2 dt$; $x(-1) = -1$; $x(1) = 1$;

б). $J = \int_0^1 x x'^2 dt$; $x(0) = 0$; $x(1) = 1$;

в). $J = \int_0^1 (1+t)x'^2 dt$; $x(0) = 0$; $x(1) = 1$;

г). $J = \int_0^1 x^2 x'^2 dt$; $x(0) = 0$; $x(1) = 1$;

д). $J = \int_0^{3\pi/2} (x'^2 - x^2) dt$; $x(0) = x(3\pi/2) = 0$.

е). $J = \int_a^b \sqrt{1+x'^2} dt$; $x(a) = 0$; $x(b) = 1$.

Найти оптимальное управление в задачах:

а). $\int_0^1 (\dot{x}^2 - x) dt + x^2(1) \rightarrow \min$.

б). $\int_0^T u^2 dt + T \rightarrow \min$; $\dot{x} = u$; $x(0) = 1$; $x(T) = 0$; T – не фиксировано.

в). $\int_0^T (1-u)x dt \rightarrow \max; \dot{x} = (u - \beta)x; x(0) = a; 0 \leq u \leq 1; \beta \leq 1; T - \text{фиксировано.}$

г). $\int_0^T (u^2 + x^2) dt + \frac{x^2(T)}{2} \rightarrow \min; \dot{x} = u - x; x(0) = 0; T - \text{фиксировано.}$

д). $\int_0^T (u-x)^2 dt \rightarrow \min; \dot{x} = \rho(u-x); x(0) = x_0; x(T) = x_1; T - \text{фиксировано.}$

е). $\int_0^{2\pi} u dt + x_2(2\pi) \rightarrow \min; -1 \leq u \leq 2; \dot{x}_1 = -x_2; \dot{x}_2 = x_1 + u; x_1(0) = -2; x_2(0) = -1.$

В задаче

$$\int_0^2 (2x - 3u - au^2) dt \rightarrow \max; \dot{x} = x + u; x(0) = 5; 0 \leq u \leq 2;$$

исследовать оптимальный процесс при различных значениях параметра $a \in [0, 1]$.

Найти оптимальное управление в задаче на быстродействие

$$T \rightarrow \min; x(0) = x_{01}; \dot{x}(0) = x_{02}; x(T) = 0; \dot{x}(T) = 0; |u| \leq 1,$$

если изменение состояния системы происходит согласно закону:

а). $\ddot{x} + 2\dot{x} + x = u;$

б). $\ddot{x} + \pi^2 x = \pi u;$

в). $\ddot{x} = x + u;$

Найти оптимальное потребление $c(t)$ в модели Рамсея в непрерывном времени:

$$\int_0^T e^{-\beta t} U(c) dt \rightarrow \max; \dot{s} = \rho s - c; s(0) = s_0 > 0; s(T) = 0;$$

$0 \leq c \leq s; \beta < \rho; \rho > 1; T - \text{фиксировано, если:}$

а). $U(c) = \ln c;$

б). $U(c) = c^{1-\mu}; \mu < 1.$

Определить минимум функционала

$$J(u, x) = \int_0^3 2x_1 dt,$$

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = u, \quad x_1(0) = 2, \quad x_2(0) = 0, \quad |u| \leq 2,$$

при фазовом ограничении

$$x_1(t) \geq \alpha, \quad \alpha \leq 0.$$

Найти максимум функционала

$$J(u, x) = - \int_0^3 x dt,$$

$$\dot{x} = u, \quad x(0) = 1, \quad x(3) = 1, \quad |u| \leq 1,$$

при фазовом ограничении

$$x(t) \geq 0.$$

Проанализировать с помощью принципа максимума с фазовыми ограничениями, а также построить и прокомментировать фазовые диаграммы в координатах (s, c) для следующей задачи оптимального управления:

$$J(c, s) = \int_0^T \ln(1+c) e^{-\beta t} dt \rightarrow \max, \quad T - \text{фиксировано},$$

$$\dot{s} = \rho s - c, \quad s(0) = s_0, \quad s(T) = s_T, \quad c \geq 0, \quad s \geq a > 0.$$

Рассмотреть случаи $\beta > \rho$ и $\rho > \beta$.

Дана модель Рамсея в дискретном времени с конечным горизонтом:

$$\sum_{t=0}^{T-1} \beta^t \ln c_t \rightarrow \max_{0 \leq c_t \leq s_t};$$

$$s_{t+1} = \rho(s_t - c_t), \quad s_0 - \text{задано}, \quad \rho > 1; \quad 0 < \beta < 1.$$

а). Выписать для данной модели рекуррентное соотношение Беллмана, найти общий вид функций выигрыша $V_k(s)$, $k = 1, 2, \dots$, и оптимальных стратегий потребления $c_k(s)$.

б). Определить решение уравнения Беллмана $V(s)$ для этой задачи путем предельного перехода при $T \rightarrow \infty$ (если она есть). Показать, что стационарная стратегия потребления не зависит от ρ , а оптимальная стационарная фазовая траектория имеет вид геометрической прогрессии. Найти неподвижную точку стационарного переходного отображения $Y(\cdot)$ как функцию параметров β и ρ .

В задаче:

$$\sum_{i=0}^{n-1} \beta^i c_i^p \rightarrow \max_{c_i \geq 0}, \quad \sum_{i=0}^{n-1} c_i \leq s, \quad p > 1, \quad \beta > 0,$$

получить рекуррентное соотношение Беллмана для функций V_n . Исходя из него получить рекуррентное соотношение для постоянных коэффициентов в выражении для V_n . Описать характер оптимальной стратегии потребления c_i в зависимости от параметра β .

Получить выражение для V_n непосредственно.

Рассматривается задача:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t) \rightarrow \max_{0 \leq c_t \leq x_t};$$

$$x_{t+1} = f(x_t - c_t), \quad x_0 - \text{задано},$$

где $U(c) \leq a + \delta c \quad \forall c \geq 0$, и $f(z) \leq b + \rho z \quad \forall z \geq 0$,

$a, \delta, \beta, b, \rho$ – положительные параметры, $\beta < 1, \rho\beta < 1$, функции $f, U \in \mathbf{W}$.

Доказать, что существует решение уравнения Беллмана $V(\cdot)$ для этой задачи и имеет место неравенство:

$$V(x) \leq \delta x + K, \quad K = \text{const.}$$

Определить значение K .

В задаче 3 положить:

$$U(c) = \begin{cases} 0, & c = 0 \\ a + \delta c, & c > 0 \end{cases}.$$

Построить функцию Беллмана $V(\cdot)$.

Дана скалярная динамическая система

$$\dot{x} = ax + bu, \quad t \geq 0,$$

с критерием качества

$$J(u) = \int_0^{\infty} \alpha x^2 + \beta u^2 dt \rightarrow \inf,$$

где $a, b \neq 0, \alpha > 0, \beta > 0$ – заданные постоянные. Показать, что оптимальное управление u^* имеет вид

$$u^* = -\frac{1}{b} (a + \sqrt{a^2 + b^2 \alpha \beta^{-1}}) x,$$

а функция Беллмана $V(t, x)$ – вид

$$V(t, x) = x^2 \beta b^{-2} (a + \sqrt{a^2 + b^2 \alpha \beta^{-1}}).$$

Найти функцию Беллмана $V(\cdot)$ и оптимальное управление для динамической системы $\dot{x} = u, \quad 0 \leq t \leq 1,$

$$x(1) \rightarrow \min; \quad |u| \leq 1.$$

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Пантелеев, Андрей Владимирович Теория управления в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие / Андрей Владимирович Пантелеев, Александр Сергеевич Бортакровский. - М. : Высш. шк., 2003. - 583 с. : ил. – 5 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=5325

2. Черноруцкий, Игорь Георгиевич Методы оптимизации в теории управления [Текст] : учеб. пособие / Игорь Георгиевич Черноруцкий. - СПб. : Питер, 2004. - 256 с. : ил. - 25 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=3085

3. Сивцов, В.И. Практикум по основам теории управления [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Сивцов, Г.А. Шахназаров. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 120 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61991>

4. Соколов, А.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Т.1. Общие положения. Математическое программирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Соколов, В.В. Токарев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2012. — 264 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59652>.

б) дополнительная литература

5. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ильин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2014. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59700>.

6. Пупков, Константин Александрович Методы синтеза оптимальных систем автоматического управления [Текст] : учебник / Под ред. Н.Д. Егупова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2000. - 512 с. : ил. 12 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=3429

7. Методы классической и современной теории автоматического управления. В 3 т. [Текст] : учебник. Т. 1. Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления / К. А. Пупков [и др.] ; под ред. Н. Д. Егупова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2000. - 748 с. : ил. 1 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=17450

8. Методы классической и современной теории автоматического управления. В 3 т. [Текст] : учебник. Т. 2. Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления / К. А. Пупков [и др.] ; под ред. Н. Д. Егупова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2000. - 736 с. : ил. 1 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=17452

9. Методы классической и современной теории автоматического управления. В 3 т. [Текст] : учебник. Т. 3. Методы современной теории автоматического управления / К. А. Пупков [и др.] ; под ред. Н. Д. Егупова. - М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2000. - 748 с. : ил. 1 экз.

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=17453

10. Бойков, Илья Владимирович. Аналитические и численные методы идентификации динамических систем [Текст] : монография / И. В. Бойков, Н. П. Кривулин ; Пенз. гос. ун-т. - Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2016. - 396 с. – 3 экз\

http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=18256

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Занятия по дисциплине «Теория управления» проводятся в лекционных аудиториях университета.

Рабочая программа дисциплины «Теория управления» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика».

Программу составили:

Кривулин Н. П., доцент кафедры «ВиПМ»



(Ф.И.О., должность, подпись)

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № 7.1

от « 29 » 05 2015 года

Зав. кафедрой «ВиПМ»



И. В. Бойков

(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой
«Высшая и прикладная математика»



И. В. Бойков

(название кафедры)

(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 6

от « 15 » июня 20 15 года

Председатель методической комиссии
факультета вычислительной техники

(подпись)



Н. Н. Коннов

(Ф.И.О.)

