

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А. В. Замятин  
« 11 » \_\_\_\_\_ 2021 г.



**Фонд оценочных средств по дисциплине**

Теория оптимального управления

Направление подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

*код и наименование направления подготовки*

**Математические методы в экономике**

*наименование профиля подготовки*


ФОС составил:

д-р техн. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладной математики

 К.И. Лившиц

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладной математики

 А.Г. Дмитренко

Фонд оценочных средств одобрен на заседании учебно-методической комиссии  
института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН).

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05.

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор

 С.П. Сущенко

**Фонд оценочных средств (ФОС)** является элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ФОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включает в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### 1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
			Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИУК-2.1. Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение.	ОР-2.1.1. Обучающийся сможет: . сформулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения
	ИУК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	ОР-2.2.1. Обучающийся сможет: . -предложить решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения

	ИУК-2.3. Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время.	ОР-2.3.1. Обучающийся сможет: - решить конкретные задачи	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.	ОР-1.1.1 Обучающийся сможет: - выбрать среди существующих математических методов, наиболее подходящие для решения конкретной прикладной задачи	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения
	ИОПК-1.3. Демонстрирует навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.	ОР-1.3.1. Обучающийся сможет: - продемонстрировать навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения

	ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности.	ОР-1.4.1. Обучающийся сможет: - продемонстрировать понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.	ОР-3.1.1. Обучающийся сможет: - применить современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения
	ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.	ОР-3.2.1. Обучающийся сможет: - собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения

	<p>ИОПК-3.3. Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.</p>	<p>ОР-3.3.1. Обучающийся сможет: - критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.</p>	<p>Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения</p>	<p>Общие, но неструктурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения</p>	<p>Ограниченные знания, слабо сформированные навыки и умения</p>
--	--	--	--	--	--	--

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Анализ систем управления	<p>ОР-2.1.1. Обучающийся сможет сформулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение.</p> <p>ОР-2.2.1. Обучающийся сможет предложить решение конкретной задачи выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>ОР-2.3.1. Обучающийся сможет решить конкретные задачи</p> <p>ОР-1.1.1 Обучающийся сможет: - выбрать среди существующих математических методов, наиболее подходящие для решения конкретной прикладной задачи</p> <p>ОР-1.3.1. Обучающийся сможет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления.</li> </ul> <p>ОР-1.4.1. Обучающийся сможет: - продемонстрировать понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления</p> <p>ОР-3.1.1. Обучающийся сможет применить современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов,</p>	<p>Вопросы, задания, экзаменационные билеты</p>

		<p>объектов и систем в своей предметной области.</p> <p>ОР-3.2.1. Обучающийся сможет: - собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p> <p>ОР-3.3.1. Обучающийся сможет критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.</p>	
2.	Синтез управляющих устройств	<p>ОР-2.1.1. Обучающийся сможет сформулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение.</p> <p>ОР-2.2.1. Обучающийся сможет предложить решение конкретной задачи выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>ОР-2.3.1. Обучающийся сможет решить конкретные задачи</p> <p>ОР-1.1.1 Обучающийся сможет выбрать среди существующих математических методов, наиболее подходящие для решения конкретной прикладной задачи</p> <p>ОР-1.3.1. Обучающийся сможет продемонстрировать навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления.</p> <p>ОР-1.4.1. Обучающийся</p>	<p>Вопросы, задания, экзаменационные билеты</p>



		<p>сможет продемонстрировать понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления</p> <p>ОР-3.1.1. Обучающийся сможет применить современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p> <p>ОР-3.2.1. Обучающийся сможет собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p> <p>ОР-3.3.1. Обучающийся сможет: - критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.</p>	
3	Теория оптимального управления	<p>ОР-2.1.1. Обучающийся сможет сформулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение.</p> <p>ОР-2.2.1. Обучающийся сможет предложить решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>ОР-2.3.1. Обучающийся сможет решить конкретные задачи</p> <p>ОР-1.1.1 Обучающийся сможет выбрать среди существующих</p>	<p>Вопросы, задания, экзаменационные билеты</p>

		<p>математических методов, наиболее подходящие для решения конкретной прикладной задачи</p> <p>ОР-1.3.1. Обучающийся сможет продемонстрировать навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления.</p> <p>ОР-1.4.1. Обучающийся сможет продемонстрировать понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, связанных с теорией оптимального управления</p> <p>ОР-3.1.1. Обучающийся сможет применить современный математический аппарат для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.</p> <p>ОР-3.2.1. Обучающийся сможет собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.</p> <p>ОР-3.3.1. Обучающийся сможет:- критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.</p>	
--	--	---	--

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения**

#### **3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Текущий контроль осуществляется путём проверки и оценивания выполнения лабораторных работ и оценивания результатов коллоквиума в середине семестра (контрольная точка).

### **3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



#### **ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК**

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Переходная матрица, ее свойства и методы построения.
2. Функция Гамильтона в задаче вариационного исчисления. Уравнения Эйлера-Лагранжа.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

#### **ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



#### **ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК**

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 2 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Спектральный критерий устойчивости линейных систем.
2. Вариационное исчисление. Задача с произвольным временем.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

#### **ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



#### **ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК**

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 3 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Спектральный критерий устойчивости линейных систем.
2. Вариационное исчисление. Задача с ограничениями общего вида.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

#### **ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



#### **ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК**

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 4 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Критерий Рауса-Гурвица устойчивости линейных систем.
2. Вариационное исчисление. Задача с ограничениями на правый конец траектории.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 5 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Критерий управляемости линейных систем.
2. Динамическое программирование. функция Беллмана. Уравнение Беллмана.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 6 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Критерий наблюдаемости линейных систем.
2. Вариационное исчисление. Задача с произвольным временем.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 7 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Модальное управление.
2. Вариационное исчисление. Задача с произвольным временем.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 8 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Наблюдатель Луенбергера.
2. Критерии оптимальности в задачах оптимального управления.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 9 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Фильтр Калмана для дискретных систем.
2. Вариационное исчисление. Достаточные условия положительности второй вариации.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 10 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Фильтр Калмана для непрерывных систем.
2. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 11 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Критерий устойчивости Ляпунова для линейных систем.
2. Вариационное исчисление. Задача с произвольным временем.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 12 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Синтез полных наблюдателей.
2. Вариационное исчисление. Функция Гамильтона. Уравнения Эйлера-Лагранжа.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 13 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Переходная матрица, ее свойства и методы построения.
2. Принцип максимума. Оптимальное по быстродействию управление для линейных систем.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 14 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Метод АКОР для дискретных систем.
2. Вариационное исчисление. Условие Лежандра-Клебша.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 15 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Метод АКОР для непрерывных систем.
2. Вариационное исчисление. Исследование второй вариации функционала.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 16 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Модальное управление.
2. Принцип максимума. Особое управление.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 17 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Наблюдатель Луенбергера.
2. Принцип максимума. Игольчатая вариация.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 18 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Критерии оптимальности в задаче управления.
2. Решение задачи АКОР методом динамического программирования.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 19 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Поведение линейных систем при внешних возмущениях. Передаточная матрица.
2. Уравнение Беллмана. Связь с принципом максимума.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

## ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



### ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Кафедра Прикладной математики

Экзаменационный билет № 20 по дисциплине «Теория оптимального управления»

1. Синтез полных наблюдателей.
2. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана.

Зав. каф. ПМ, д.т.н., профессор

А.М. Горцев

Дополнительно обучающемуся задаются 1-3 вопроса из нижеследующего перечня.

**Дополнительные вопросы для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Что понимается под непрерывной динамической системой.
2. Что понимается под дискретной динамической системой.
3. Критерий оптимальности в форме Больца.
4. Критерий оптимальности в форме Лагранжа.
5. Критерий оптимальности в Форме Майера.
6. Что понимается под допустимыми управлениями.
7. Какие ограничения могут накладываться на управления и траектории.
8. Что такое линеаризация.
9. Формулировка задачи оптимального управления.
10. Переходная матрица и ее свойства.
11. Устойчивость. Критерии устойчивости.
12. Управляемость. Критерии управляемости.
13. Наблюдаемость. Критерии наблюдаемости.
14. Каноническая форма Калмана.
15. Модальное управление.
16. Задача Летова-Калмана.
17. Полный наблюдатель.
18. Наблюдатель Луенбергера.
19. Фильтр Калмана. для дискретных систем.
20. Задача Летова-Калмана в стохастическом случае.
21. Основная идея вариационного исчисления.
22. Функция Гамильтона в задаче вариационного исчисления.
23. Уравнения Эйлера-Лагранжа для задачи Майера.
24. Уравнения Эйлера-Лагранжа для задачи Больца.
25. Вариационная задача с произвольным временем. Дополнительные условия.
26. Вариационная задача с ограничениями общего вида. Дополнительные условия.
27. Вторая вариация функционала. Достаточные условия положительности второй вариации.
28. Условие Лежандра-Клебша.
29. Присоединенная задача.
30. Условие Якоби.
31. Понятие игольчатой вариации.
32. Принцип максимума применительно к задаче Майера.
33. Принцип максимума применительно к задаче Лагранжа.
34. Принцип максимума применительно к задаче Больца.
35. Понятие особого управления.
36. Построение оптимального по быстродействию управления для линейных систем.
37. Идея метода динамического программирования.
38. Функция Беллмана.
39. Уравнение Беллмана.
40. Уравнение Беллмана в задаче с произвольным временем.
41. Уравнение Беллмана при ограничениях на правый конец траектории.
42. Связь метода динамического программирования с принципом максимума.
43. Оптимальное по Беллману управление линейной системой при квадратичном критерии.
44. Управление линейной системой при ограничениях на правый конец траектории.



#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

##### **4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.**

Для текущего контроля успеваемости оцениваются по пятибалльной шкале результаты коллоквиума, который проводится в середине семестра. Полученная оценка учитывается в промежуточной аттестации. Допуск к экзамену студенты получают при условии выполнения программы лабораторных работ. Выполнение лабораторной работы оценивается по пятибалльной системе. Оценка определяется в зависимости от того как студент демонстрирует умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения поставленной в задании лабораторной работы задачи.

##### **4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.**

###### **Критерии формирования оценок при проведении экзамена**

Оценки при проведении экзамена формируются в соответствии с нижеприведенной таблицей.

2	3	4	5
Не ответил ни на один из основных вопросов.	Ответил на один из основных вопросов и на один - два из трех дополнительных вопросов.	Ответил на оба вопроса, содержащихся в экзаменационном билете, и на дополнительные вопросы, но с замечаниями.	Уверенно и правильно ответил на все основные и дополнительные вопросы.