

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
А. В. Замятин

Оценочные материалы по дисциплине

Теория оптимального управления

по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки:
Математическое моделирование и информационные системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
К.И. Лившиц

Председатель УМК
С.П. Сущенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

ПК-3 Способен формализовывать, согласовывать и документировать требования к системе и подсистеме, обрабатывать запросы на изменение требований к системе и подсистеме, выявлять и формализовывать риски, анализировать проблемные ситуации..

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.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.

ИОПК-1.2 Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин.

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.

ИОПК-1.4 Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности

ИПК-3.1 Реализовывает построение формализованной математической модели системы (подсистемы), введение целевой функции системы, подсистемы и ограничений, соответствующих требованиям к системе (подсистеме).

ИПК-3.2 Адаптирует формализованную математическую модель системы (подсистемы) к изменению требований (ограничений к целевой функции) к системе (подсистеме).

ИПК-3.3 Выявляет и формализовывает в виде математической модели возникающие при функционировании системы (подсистемы) риски; выявляет и анализирует проблемные ситуации.

ИУК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение.

ИУК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.

ИУК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

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.

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. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

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.

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. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Список вопросов для оценки остаточных знаний

1. Что понимается под непрерывной динамической системой.
2. Что понимается под дискретной динамической системой.
3. Переходная матрица и ее свойства.
4. Устойчивость. Критерии устойчивости.
5. Задача Летова-Калмана в стохастическом случае.
6. Основная идея вариационного исчисления.
7. Условие Якоби.
8. Понятие игольчатой вариации.
9. Уравнение Беллмана в задаче с произвольным временем.
10. Уравнение Беллмана при ограничениях на правый конец траектории.

Информация о разработчиках

Смагин Валерий Иванович, д.т.н., профессор, профессор кафедры прикладной математики ИПМиКН.