

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и информационных технологий

Утверждено:

на заседании кафедры ИТ и КМ
протокол № 6 от 26.01. 2021 г.

Зав. кафедрой

 А.М. Болотнов

Согласовано:

Председатель УМК
факультета математики и ИТ

 А.М. Ефимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина

Математическая теория управления

Обязательная часть

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Направление подготовки (специальность):

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки:

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация — бакалавр

Разработчик

доцент кафедры ИТиКМ, к.ф.-м.н.



Коробчинская О.Г.

Для приема 2021 г.

Уфа 2021 г.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

| Категория (группа) компетенций ¹ (при наличии ОПК) | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|---|
| | ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий | ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. | Знать базовые понятия по дисциплине «Математическая теория управления» |
| | | ПК-1.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. | Уметь находить, формулировать и решать стандартные задачи по дисциплине «Математическая теория управления» |
| | | ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. | Владеть практическим опытом научно-исследовательской деятельности по задачам в рамках дисциплины «Математическая теория управления» |

¹ Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическая теория управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Цели изучения дисциплины: ознакомление студентов с основными положениями современной теории управления; формирование у студентов представления о связи фундаментальных проблем теории управления с задачами получения, передачи и обработки информации, анализа и организации вычислений, принятия решений.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции ПК-1 Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|---|---|---|--|---|--|
| | | 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученным и в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. | <i>Знать:</i> базовые понятия по дисциплине «Математическая теория управления» | Фрагментарные представления о базовых понятиях по дисциплине «Математическая теория управления» | Неполные представления о базовых понятиях по дисциплине «Математическая теория управления» | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о базовых понятиях по дисциплине «Математическая теория управления» | Сформированные систематические представления о базовых понятиях по дисциплине «Математическая теория управления» |
| ПК-1.2. Умеет | <i>Уметь:</i> находить, | Фрагментарные | В целом успешное, | В целом успешное, | Сформированное умение |

| | | | | | |
|---|--|--|---|---|--|
| находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. | формулировать и решать стандартные задачи по дисциплине «Математическая теория управления» | умения находить, формулировать и решать стандартные задачи по дисциплине «Математическая теория управления» | но не систематическое умение находить, формулировать и решать стандартные задачи по дисциплине «Математическая теория управления» | но содержащее отдельные пробелы умение находить, формулировать и решать стандартные задачи по дисциплине «Математическая теория управления» | находить, формулировать и решать стандартные задачи по дисциплине «Математическая теория управления» |
| ПК-1.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. | <i>Владеть:</i> практически м опытом научно-исследовательской деятельности и по задачам в рамках дисциплины «Математическая теория управления» | Фрагментарное владение практическим опытом научно-исследовательской деятельности по задачам в рамках дисциплины «Математическая теория управления» | В целом успешное, но не систематическое владение практически м опытом научно-исследовательской деятельности и по задачам в рамках дисциплины «Математическая теория управления» | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение практически м опытом научно-исследовательской деятельности и по задачам в рамках дисциплины «Математическая теория управления» | Успешное и систематическое владение практически м опытом научно-исследовательской деятельности и по задачам в рамках дисциплины «Математическая теория управления» |

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | Оценочные средства |
|---|--|----------------------------------|
| ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, | <i>Знать:</i> базовые понятия по | Групповой и индивидуальный опрос |

| | | |
|---|---|---|
| полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий. | дисциплине «Математическая теория управления» | РГР Экзамен |
| | Уметь: находить, формулировать и решать стандартные задачи по дисциплине «Математическая теория управления» | Домашние задания Лабораторные работы РГР Экзамен |
| | Владеть: практическим опытом научно-исследовательской деятельности по задачам в рамках дисциплины «Математическая теория управления» | РГР Экзамен |

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена:* текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета:* текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

Рейтинг – план дисциплины

Математическая теория управления

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

курс 4, семестр 8

| Виды учебной деятельности студентов | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|--|----------------------------|--------------------------|-------------|--------------|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| Модуль 1 Задача Майера | | | 0 | 35 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Аудиторная работа | 2 | 10 | | 20 |
| 2. Тестовый контроль | | | | |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Лабораторная работа | 5 | 3 | | 15 |
| Модуль 2 Задача Больца | | | 0 | 35 |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. Аудиторная работа | 2 | 10 | | 20 |
| 2. Тестовый контроль | | | | |
| Рубежный контроль | | | | |
| 1. Лабораторная работа | 5 | 3 | | 15 |
| Поощрительные баллы | | | | |
| 1. Студенческая олимпиада | | | | 10 |
| 2. Публикация статей | | | | |
| 3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады) | | | | |
| 4 ... | | | | |
| Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов) | | | | |
| 1. Посещение лекционных занятий | | | 0 | -6 |
| 2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий) | | | 0 | -10 |
| Итоговый контроль | | | | |
| 1. Экзамен | | | | 30 |

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

1. Вопрос по материалу модуля 1
2. Вопрос по материалу модуля 2
3. Задача.

Перечень вопросов для экзамена:

1. Предмет, постановка и классификация задач оптимального управления.
2. Схема использования принципа максимума для линейных систем.
3. Задача управления и оптимального управления. Примеры задач оптимального управления.
4. Теорема существования оптимального управления в задаче Майера.
5. Разновидность задач оптимального управления. Классы допустимых управлений и функциональные свойства элементов задачи оптимального управления.
6. Существование оптимального управления в задаче Больца. Примеры существования оптимального управления.
7. Существование оптимальных управлений. Связь системы обыкновенных дифференциальных уравнений с уравнением движения объекта.

8. Уравнение Беллмана как необходимое условие оптимальности программного управления.
9. Теорема существования оптимального управления в задаче Майера.
10. Общие сведения о линейных системах управления. Множество достижимости и управляемость
11. Существование оптимального управления в задаче Больца. Примеры существования оптимального управления.
12. Принцип максимума Понтрягина для линейных задач оптимального управления.
13. Линейные управляемые процессы. Множество достижимости и управляемость.
14. Принцип максимума Понтрягина для линейных задач оптимального управления.
15. Метод динамического программирования. Синтез в задаче на быстродействие.
16. Структура оптимального управления. Единственность оптимального управления в автономной системе.
17. Связь между принципом максимума Понтрягина и методом динамического программирования.
18. Синтез оптимальных управлений. Задача синтеза и её обоснование. Принцип оптимальности Беллмана и его обоснование.
19. Связь системы обыкновенных дифференциальных уравнений с уравнением движения объекта.
20. Принцип оптимальности Беллмана и его обоснование. Уравнение Беллмана как необходимое условие оптимальности программного управления.
21. Схема применения принципа максимума для вычисления оптимального управления в нелинейных задачах.
22. Достаточные условия оптимального синтеза. Метод динамического программирования. Синтез в задаче на быстродействие.
23. Принцип максимума для нелинейных систем. Автономные задачи с закреплёнными концами и подвижными концами.

Образец экзаменационного билета:

4. Предмет, постановка и классификация задач оптимального управления.
5. Принцип оптимальности Беллмана и его обоснование. Уравнение Беллмана как необходимое условие оптимальности программного управления.
6. Задача.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

7. - отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
8. - хорошо – от 60 до 79 баллов;
9. - удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
10. - неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-10 баллов** выставляется студенту, если он отказался от ответа или не смог ответить на вопросы билета, ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Групповой и индивидуальный опрос.

Вопросы приведены выше. Опрос проводится в процессе занятий. Правильные и полные ответы оцениваются в 1 балл.

Примерные задания для домашних, лабораторных работ и РГР.

Найти экстремаль функционала

$$I = [x_1(t), x_2(t)] \int_0^1 [x_1'(t)x_2'(t) + x_1(t)x_2(t)] dt + x_1(1) + x_2(1),$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = x_2(0) = 0$,

Найти экстремаль функционала

$$I = [x_1(t), x_2(t)] \int_0^1 x_1'(t)x_2'(t) dt + x_1(1) + x_2(1),$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = x_2(0) = 0$, $x_1(1) - x_2(1) = 4$

Найти экстремаль функционала

$$I = [x_1(t), x_2(t)] \int_0^T [x_1'(t)x_2'(t) + x_1(t)] dt + x_1(T) - x_2(T),$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = x_2(0) = 0$, $x_1(T) = x_2(T) = -6$.

Найти экстремаль функционала $I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^{\pi} [x_1^2(t) + x_2^2(t) - x_1'^2(t) - x_2'^2(t)] dt$,

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = 1, x_2(0) = -1, x_1\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1, x_2\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$ и

уравнению связи $x_1 - x_2 - 2 \cos t = 0$

Найти экстремаль функционала

$$I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^1 [x_1'^2(t) + 2x_1(t)x_2(t) + x_2'^2(t)] dt$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = 1, x_2(0) = 1, x_1(1) = e, x_2(1) = \frac{1}{e}$

и уравнению связи $x_1 - x_2 - e^t + e^{-t} = 0$.

Найти экстремаль функционала $I = \int_0^1 [(t+1)^3 x_1''(t) + x_2''(t)] dt$,

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = 1$, $x_2(0) = 0$, $x_1(1) = \frac{1}{2}$, $x_2(1) = 1$,

$x_1'(0) = -1$, $x_2'(0) = 0$, $x_1'(1) = -\frac{1}{4}$, $x_2'(1) = 3$, $x_2''(0) = 0$, $x_2''(1) = 6$.

Найти кривую, на которой функционал $I[x(t)] = \int_0^1 [x'(t)^2 + x(t)] dt$

может достигать экстремума, если правый конец её фиксирован в точке $B(1,0)$, а левый лежит на прямой $t = 0$

Даны модель объекта управления $\dot{x}(t) = u(t)$, где $x \in R$, $u \in R$, $t \in [0; 1]$, и функционал

$$I(d) = \frac{1}{2} \int_0^1 u^2(t) dt + \frac{1}{2} x^2(1) \rightarrow \min.$$

Требуется найти оптимальное управление $u^*(t, x)$

Дана модель объекта управления в виде $\dot{x}_1(t) = x_2(t)$, $\dot{x}_2(t) = u(t)$, где $x \in R^2$, $u \in [-1; 1]$, $t \in [0; t_1]$. Требуется найти оптимальное управление $u^*(t, x)$ с обратной связью, переводящее объект из любого начального состояния в начало координат за наименьшее время.

Критерии оценки (в баллах) Каждое задание оценивается от 0 до 5 баллов в зависимости от трудоемкости.

- 4-5 баллов выставляется студенту, если задание полностью выполнено и аккуратно оформлено;

- 2-3 балла выставляется студенту, если задание выполнено с ошибками и небрежно оформлено;

- 0-1 балл выставляется студенту, если задание не выполнено.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Егоров, А.И. Основы теории управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Егоров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2004. — 504 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48175>.
2. Иванов, В.А. Математические основы теории оптимального и логического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Иванов, В.С. Медведев. — Электрон. дан. — Москва : , 2011. — 599 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106313>.

Дополнительная литература:

1. Александров, В.В. Оптимальное управление движением [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Александров, В.Г. Болтянский, С.С. Лемак, Н.А. Парусников. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2005. — 376 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48225>.

2. Матвеев, А.С. Введение в математическую теорию оптимального управления [Электронный ресурс] / А.С. Матвеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2018. — 194 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109466>.
3. Бушуев, А.Ю. Примеры решения задач оптимального управления [Электронный ресурс] : методические указания / А.Ю. Бушуев, В.А. Кутыркин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 40 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103595>.
4. Шалыгин, А.С. Устойчивость динамических систем автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Шалыгин, В.А. Санников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 162 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75170>.
5. Ванько, В.И. Вариационное исчисление и оптимальное управление [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Ванько, О.В. Ермошина, Г.Н. Кувыркин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 488 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106556>.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека - www.elibrary.ru
2. Электронная библиотека - <http://knigafund.ru>
3. Электронная библиотека - <http://link.springer.com>
4. Microsoft Office

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i> | <i>Вид занятий</i> | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i> |
|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| <p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 531 (физмат корпус - учебное)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 523 (физмат корпус - учебное)</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 531 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное)</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля</p> | <p>Аудитория №426 Учебная мебель, доска, персональные компьютеры LenovoThinkCentreA70zIntelPentiumE 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLKTWP-065442-G-GY</p> <p>Аудитория №531 Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор. ДА32.</p> <p>Аудитория № 523 Учебная мебель, доска</p> <p>Читальный зал №2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> | <p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> |

| | | |
|---|--|--|
| <p>и промежуточной аттестации: аудитория № 531 (физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (физмат корпус - учебное)</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: аудитория № 426 (физмат корпус - учебное), читальный зал №2 (физмат корпус - учебное)</p> | | |
|---|--|--|

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
 НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Математическая теория управления на 8 семестр
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов) | 6/216 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 10 |
| практических/ семинарских | |
| лабораторных | 44 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,7 |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта | |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 125,5 |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта | |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | 34,8 |

Форма(ы) контроля:

экзамен 8 семестр

зачет _____ семестр

курсовая работа / курсовой проект _____ семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-------|---|--|--------|-----|----|--|---|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 |
| 1. | Предмет, постановка и классификация задач оптимального управления. Существование оптимальных управлений. | 2 | | 4 | 18 | Проработка лекционного материала, литературных источников. | Групповой и индивидуальный опрос |
| 2. | Связь системы обыкновенных дифференциальных уравнений с уравнением движения объекта. Теорема существования оптимального управления в задаче Майера. | 2 | | 20 | 34 | Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания. | Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа |
| 3. | Существование оптимального управления в задаче Больца. Принцип максимума Понтрягина для линейных задач оптимального управления. | 4 | | 16 | 42 | Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания. | Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа |
| 4. | Принцип | 2 | | 5,7 | 25 | Проработка | Групповой и |

| | | | | | | | |
|--|---|----|--|------|-------|---|--|
| | оптимальности Беллмана и его обоснование. | | | | | лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания. | индивидуальный опрос Лабораторная работа. |
| | РГР | | | | 6,5 | Выполнение расчетно-графической работы | |
| | Экзамен | | | | 34,8 | Проработка лекционного материала, литературных источников. | |
| | Всего часов: | 10 | | 45,7 | 160,3 | | |

