|  |
| --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение |
| высшего образования |
| «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина |
| (Технологии. Дизайн. Искусство)» |
|  |
| Институт  | мехатроники и информационных технологий |
| Кафедра  | прикладной математики и программирования |

|  |
| --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА****УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** |
| Методы оптимизации систем управления |
| Уровень образования  | бакалавриат |
| Направление подготовки/Специальность | 01.03.02 | Прикладная математика и информатика |
| Направленность (профиль)/Специализация | Математические методы, технологии цифрового моделирования и искусственного интеллекта |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года |
| Форма обучения | очная |

|  |
| --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Методы оптимизации систем управления» основной профессиональной образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 000 от 01.01.0001 г. |
| Разработчик рабочей программы учебной дисциплины: |
|  | Профессор | А.А. Солодов |
| Заведующий кафедрой: | В.В. Горшков |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Методы оптимизации систем управления»изучается в седьмом семестре*.*
			2. Курсовая работа – не предусмотрена.

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| Седьмой семестр | *-* экзамен |
|  |  |
|  |  |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина относится к обязательной части программы*.*

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:

* Математический анализ I;
* Математический анализ II;
* Математический анализ III;
* Дополнительные главы математического анализа;
* Дифференциальные уравнения;
	+ - 1. Результаты обучения по учебной дисциплине используются при прохождении следующих практик:
* Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
* Производственная практика (Преддипломная практика)

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

* + - 1. Целью освоения дисциплины «Методы оптимизации систем управления» является:
		- изучение понятий, используемых в теории динамических систем автоматического управления;
		- формирование навыков научно-теоретического подхода к решению задач профессиональной направленности и практического их использования в дальнейшей профессиональной деятельности;
		- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.
			1. Результатом обучения по дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора****достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| УК-2Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | ИД-УК-2.1Анализ поставленной цели и определение круга задач в рамках поставленной цели, связей между ними и ожидаемых результатов их решения, анализ альтернативных вариантов для достижения намеченных результатов; использование нормативно-правовой документации в сфере профессиональной деятельности;ИД-УК-2.2Оценка решения поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, корректировка способов решения профессиональных задач;ИД-УК-2.4Представление результатов проекта, предложение возможности их использования и/или совершенствования в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости коррекция способов решения задач. | * Применяет методы представления и исследования систем управления в пространстве состояний для формулировки задач автоматического управления.
* Выделяет взаимосвязи между отдельными задачами, используемыми для достижения поставленной цели.
* Использует нормативно-правовую документацию в сфере разработки оптимальных автоматических систем управления;
* Применяет методы оценки решения поставленных задач;
* Умеет оценить отклонения достигнутых результатов от запланированных и соответственно корректировать способы достижения результатов;
* Владеет методами представления полученных результатов заказчику;
* Умеет сформулировать предложения по использованию и совершенствованию полученных результатов;
* Умеет воспринять критические замечания по результатам выполнения проекта и адекватно на них реагировать.
 |
| ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ИД-ОПК-1.1Анализ базовых понятий и методов фундаментальных математических дисциплин, использующихся в профессиональной деятельности.ИД-ОПК-1.2Применение фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук и их использование в профессиональной деятельности.ИД-ОПК-1.3Осуществление выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний | * Знает принципы и приемы постановки задач оптимального управления,
* Может поставить и решить задачу описания системы автоматического управления в пространстве состояний,
* Может сформулировать адекватны критерий качества автоматического управления
* Владеет методами отыскания оптимальных управлений в автоматических системах по выбранному критерию,
* Умеет провести критический анализ полученных результатов и сформулировать направления дальнейшего изучения.
 |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

* + - 1. Общая трудоёмкость учебной дисциплины/модуля по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения –  | 3 | **з.е.** | 108 | **час.** |
| по очно-заочной форме обучения – |  | **з.е.** |  | **час.** |
| по заочной форме обучения –  |  | **з.е.** |  | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

|  |
| --- |
| **Структура и объем дисциплины** |
| **Объем дисциплины по семестрам** | **форма промежуточной аттестации** | **всего, час** | **Контактная аудиторная работа, час** | **Самостоятельная работа обучающегося, час** |
| **лекции, час** | **практические занятия, час** | **лабораторные занятия, час** | **практическая подготовка, час** | ***курсовая работа/******курсовой проект*** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| 7семестр | экзамен | 108 | 15 | 30 |  |  |  | 27 | 36 |
| Всего: |  | 108 | 15 | 30 |  |  |  | 27 | 36 |

## Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:** **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;****форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;****формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | ***Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час*** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **Седьмойсеместр** |
| УК-2ИД-УК-2.1ИД-УК-2.2ИД-УК-2.4ОПК-1: ИД-OПК-1.1ИД-ОПК-1.2ИД-ОПК-1.3 | **Раздел I. Метод уравнений состояния.** | 6 | 12 | х | х | 10 |  |
| Тема 1.1. Метод уравнений состояния динамических систем. Общее понятие оптимальности решений. | 2 |  |  |  | 2 | Формы текущего контроля по разделу I:устный опрос.Формы текущего контроля по разделу I:устный опрос.Формы текущего контроля по разделу I:устный опрос Формы текущего контроля по разделу IV:устный опрос. |
| Тема 1.2. Общая постановка задачи оптимизации. Критерии оптимизации. | 4 |  |  |  | 2 |
| Практическое занятие №1.1. Составление уравнений состояния простейших динамических систем.  |  | 4 |  |  | 2 |
| Практическое занятие №1.2. Приведение уравнений состояния к каноническому виду. |  | 4 |  |  | 2 |
| Практическое занятие №2.1. Разработка критериев оптимизации систем второго порядка. |  | 4 |  |  | 2 |
| **Раздел II. Классические методы оптимизации.** | 2 | 4 |  |  | 4 |
| Тема 2.1 Метод оптимизации без ограничений на управление. Классический метод Лагранжа-Эйлера. | *2* |  |  |  | 2 |
| Практическое занятие № 2.1. Решение задач оптимального управления системой второго порядка методом уравнений Эйлера. |  | 4 |  |  | 2 |
| **Раздел III. Метод максимума Понтрягина.** | *4* | 8 |  |  | 8 |
| Тема 3.1. Задача оптимизации с ограничениями на управление. Метод максимума Понтрягина. | 2 |  |  |  | 2 |
| Тема 3.2. Геометрическая интерпретация метода Понтрягина, его связь с уравнениями Эйлера. | *2* |  |  |  | 2 |
| Практическое занятие №3.1. Оптимизация систем второго порядка с ограничениями на управление методом Понтрягина. |  | 4 |  | 4 | 2 |
| Практическое занятие №3.2. Теорема об n интервалах. |  |  |  |  | 2 |
| **Раздел IV. Метод динамического программирования Беллмана.** | 3 | 6 |  |  | 5 |
| УК-2ИД-УК-2.1ИД-УК-2.2ИД-УК-2.4ОПК-1: ИД-OПК-1.1ИД-ОПК-1.2ИД-ОПК-1.3 | Тема 4.1. Уравнение Беллмана для непрерывной системы с минимальным временем управления. Общее уравнение Беллмана для непрерывной системы. | 3 |  |  |  | 3 |  |
| Практическое занятие №4.1. Применение уравнения Беллмана для системы второго порядка при минимальном времени управления. Принцип соответствия различных форм уравнения Беллмана. |  | *6* |  |  | 2 |  |
| Экзамен | х | х | х | х | х |
| **ИТОГО за первый семестр** | **15** | **30** |  |  | **27** |
| **ИТОГО за весь период** | **15** | **30** |  |  | **27** |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № пп | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Метод уравнений состояния** |
| Тема 1.1 | Метод уравнений состояния динамических систем. Общее понятие оптимальности решений. | Формулировка понятия состояния системы автоматического управления и пространства состояний. Метрика пространства состояний. Понятие изображающей точки и ее движение в пространстве состояний.Общая формулировка управления и оптимального управления в пространстве состояний.Уравнение движения линейной системы второго порядка. |
| Тема 1.2 | Общая постановка задачи оптимизации. Критерии оптимизации. | Постановка задачи оптимального управления:Уравнения движения системыПоказатель качества управления. Формулировка различных критериев оптимального управления.Ограничения в задаче управленияНачальные и граничные условия. |
| **Раздел II** | **Классические методы оптимизации** |
| Тема 2.1 | Метод оптимизации без ограничений на управление. Классический метод Лагранжа-Эйлера. | Формулировка оптимизации управления системой методами вариационного исчисления. Ограничения метода, преимущества метода. Оптимизация систем управления второго порядка. |
| **Раздел III** | **Метод максимума Понтрягина** |
| Тема 3.1. | Задача оптимизации с ограничениями на управление. Метод максимума Понтрягина. | Формулировка принципа максимума Понтрягина в задачах оптимизации. Общая методика применения метода максимума. Теорема об n интервалах Методы задания начальных условий для функций $ψ$i . |
| Тема 3.2. | Геометрическая интерпретация метода Понтрягина, его связь с уравнениями Эйлера. | Понятие изоповерхности для показателя качества управления, связь градиента к изоповерхности с принципом максимума. Вывод уравнений Лагранжа-Эйлера на основании принципа максимума |
| **Раздел IV** | **Метод динамического программирования Беллмана** |
| Тема 4.1 | Уравнение Беллмана для непрерывной системы с минимальным временем управления. Общее уравнение Беллмана для непрерывной системы. | Принцип последовательной оптимизации в задаче оптимального управления. Вывод уравнения Беллмана для непрерывной системы с минимальным временем управления. Вывод общего уравнения Беллмана для непрерывной системы. Доказательство принципа максимума Понтрягина. |

## 3.4.Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию*.* Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

подготовку к лекциям, практическим занятиям, зачетам;

изучение учебных пособий;

изучение тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;

написание тематических докладов, рефератов на проблемные темы;

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую или индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

проведение консультаций перед экзаменом.

## 3.5.Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

# 4.РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенций** | **Итоговое количество баллов****в 100-балльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности**  |
| **универсальных** **компетенции(-й)** | **общепрофессиональной(-ых) компетенций** | **профессиональной(-ых)****компетенции(-й)** |
| УК-2ИД-УК-2.1ИД-УК-2.2ИД-УК-2.4 | ОПК-1ИД-ОПК-1.1ИД-ОПК-1.2 |  |
| высокий | 85 – 100 | отлично/зачтено (отлично)/зачтено | Обучающийся:* анализирует и систематизирует изученный материал с обоснованием актуальности его использования в своей предметной области;
* применяет методы анализа и синтеза практических проблем, способы прогнозирования и оценки событий и явлений, умеет решать практические задачи вне стандартных ситуаций с учетом особенностей деловой и общей культуры различных социальных групп;
* демонстрирует системный подход при решении проблемных ситуаций в том числе, при социальном и профессиональном взаимодействии;
* показывает четкие системные знания и представления по дисциплине;

дает развернутые, полные и верные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные | Обучающийся:* исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения;
* показывает творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании методов математического анализа;
* дополняет теоретическую информацию сведениями исследовательского характера;
* свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;
* дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.
 |  |
| повышенный | 65 – 84 | хорошо/зачтено (хорошо)/зачтено | Обучающийся:* обоснованно излагает, анализирует и систематизирует изученный материал, что предполагает комплексный характер анализа проблемы;
* выделяет междисциплинарные связи, распознает и выделяет элементы в системе знаний, применяет их к анализу практики;
* правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;
* ответ отражает полное знание материала, с незначительными пробелами, допускает единичные негрубые ошибки.
 | Обучающийся:* достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия;
* анализирует и решает поставленные задачи среднего уровня сложности с незначительными пробелами;
* допускает единичные негрубые ошибки;
* достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;
* ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.
 |  |
| базовый | 41 – 64 | удовлетворительно/зачтено (удовлетворительно)/зачтено | Обучающийся:* испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;
* с трудом выстраивает социальное профессиональное и межкультурное взаимодействие;
* анализирует культурные события окружающей действительности, но не способен выработать стратегию действий для решения проблемных ситуаций;

-ответ отражает в целом сформированные, но содержащие незначительные пробелы знания, допускаются грубые ошибки. | Обучающийся:* демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;
* с затруднениями прослеживает логику предмета, опираясь на нечёткие представления;
* демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине;
* ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.
 |  |
| низкий | 0 – 40 | неудовлетворительно/не зачтено | Обучающийся:* демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;
* испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;
* не способен проанализировать поставленную задачу и решить её;
* выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;
* ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.
 |

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

* + - 1. При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Методы оптимизации систем управления» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| № пп | Формы текущего контроля | * + - 1. Примеры типовых заданий
 |
| --- | --- | --- |
| 1 | Решение задач по теме 1. Метод уравнений состояния. | Сформулировать задачу управления в пространстве состояний по переводу системы из точки в область пространства состояний.Записать уравнение движения в пространстве состояний тока в цепи с сопротивлением и индуктивностью.Изобразить фазовую траекторию для незатухающего процесса системы второго порядка.Записать уравнение движения в пространстве состояний тока в цепи с сопротивлением и индуктивностью.Изобразить фазовую траекторию для затухающего процесса системы второго порядка. |
|  | Решение задач по теме 2. Классические методы оптимизации.  | Разработать критерий и написать функционал качества для задачи оптимизации системы управления второго порядка по критерию максимального быстродействия.Разработать критерий и написать функционал качества для задачи оптимизации системы управления второго порядка по критерию минимальных затрат энергии.Доказать оптимальность кусочно-постоянного управления в задаче максимального быстродействия.Вывести закон управления для задачи максимального быстродействия в терминах переменных состояния.Изобразить траектории движения системы в пространстве (плоскости) состояний для задачи максимального быстродействия. |
|  | Решение задач по теме 3. Метод оптимизации с ограничениями на управление. Метод максимума Понтрягина. | Вывести уравнение для дополнительной переменной состояния в методе максимума для критерия максимального быстродействия.Вывести уравнение для дополнительной переменной состояния в методе максимума для критерия минимальных потерь на управление.Составить гамильтониан системы второго порядка для задачи отработки заданного угла поворота двигателя.Составить гамильтониан системы второго порядка для системы с двумя управлениями.Вывести уравнение для дополнительной переменной состояния в методе максимума для критерия минимальных потерь на управление. |
|  | Решение задач по теме 3. Метод динамического программирования Беллмана. | Вывести уравнение для времени управления при произвольном управлении в задаче максимального быстродействия.Вывести уравнение для времени управления при оптимальном управлении в задаче максимального быстродействия.Составить функцию Беллмана для задачи максимального быстродействия.Составить функцию Беллмана для задачи минимального расхода энергии.Вывести уравнение Беллмана для системы второго порядка и критерия максимального быстродействия. |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Решение задач (заданий)  | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках);  | 13 – 15 баллов | 5 |
| Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них;  | 8 – 12 баллов | 4 |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 4 – 7 баллов | 3 |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 0 – 3 баллов | 2 |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы****для проведения промежуточной аттестации:** |
| Экзамен в устной форме по билетам | **Билет 1:**Вопрос 1.Общее понятие оптимальности. Критерии оптимизации.Вопрос 2. Порядок применения принципа максимума Понтрягина.Вопрос 3. Написать уравнение второго порядка движения материальной точки массой m под действием силы u(t). Ввести в рассмотрение пространство состояний и написать уравнение в каноническом виде.**Билет 2:**Вопрос 1. Пространство состояний динамической системы.Вопрос 2. Порядок решения задач с применением принципа динамического программирования Беллмана Вопрос 3. Сформулировать задачу минимизации времени управления в системе второго порядка**Билет 3:**Вопрос 1. Ограничения классического метода оптимизации Вопрос 2. Типичные фазовые траектории системы управления второго порядка.Вопрос 3. Решение задачи оптимизации по быстродействию системы управления второго порядка $\frac{d^{2}х}{dt^{2}}$ =u(t) методом максимума Понтрягина.**Билет 4:**Вопрос 1. Общее понятие оптимальности. Критерии оптимизации.Вопрос 2. Порядок решения задач оптимизации методом множителей Лагранжа.Вопрос 3. Решение задачи оптимизации системы управления второго порядка $\frac{d^{2}}{dt^{2}}$ u=0 за минимальное время управления.**Билет 5:**Вопрос 1. Общий метод оптимизации динамических систем с применением уравнения Эйлера-Лагранжа.Вопрос 2. Фазовая траектория затухающего движения системы второго порядка.Вопрос 3. Написать уравнение второго порядка движения материальной точки массой m под действием силы u(t). Ввести в рассмотрение пространство состояний и написать уравнение в каноническом виде |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
|  |  | 4 | 65% - 84% |
|  | 3 | 41% - 64% |
|  | 2 | 40% и менее 40% |
| Экзамен в устной форме по билетам | Обучающийся:* демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;
* свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию;
* способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета;
* логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;
* свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой.

Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. |  | 5 |
| Обучающийся:* показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;
* недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета;
* недостаточно логично построено изложение вопроса;
* успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой,
* демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. |  | 4 |
| Обучающийся:* показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;
* не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые;
* справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы.

Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно. |  | 3 |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. |  | 2 |

## Примерные темы курсовой работы/курсового проекта: не применимо.

## Критерии, шкалы оценивания курсовой работы/курсового проекта: не применимо.

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система**  | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль:  |  |  |
|  - опрос | 0 - 5 баллов | 2 – 5 или зачтено/не зачтено |
|  - контрольная работа | 0 - 20 баллов | 2 – 5 или зачтено/не зачтено |
| Промежуточная аттестация: по результатам контрольных работ, домашних заданий, устных опросов | 0 - 30 баллов | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительнозачтеноне зачтено |
| **Итого за семестр** Экзамен  | 0 - 100 баллов |

* + - 1. Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

|  |  |
| --- | --- |
| **100-балльная система** | **пятибалльная система** |
| **зачет с оценкой/экзамен** | **зачет** |
| 85 – 100 баллов | отличнозачтено (отлично) | зачтено |
| 65 – 84 баллов | хорошозачтено (хорошо) |
| 41 – 64 баллов | удовлетворительнозачтено (удовлетворительно) |
| 0 – 40 баллов | неудовлетворительно | не зачтено |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
		- проблемная лекция;
		- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
		- использование на лекционных занятиях наглядных пособий;

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.
			2. Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.
			2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
			3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
			4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
			5. Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
			6. Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.
			7. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| ***119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6*** |
| 119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1. Аудитория №1518:- компьютерный класс для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; - помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно- исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ (в свободное от учебных занятии и профилактических работ время).  | * Комплект учебной мебели, доска меловая, 8 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации
 |
| 119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1. Аудитория №1518:- компьютерный класс для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; - помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно- исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ (в свободное от учебных занятии и профилактических работ время).  |  Комплект учебной мебели, доска меловая, технические  средства  обучения, служащие для представления учебной информации:  экран на треноге, проектор, 7 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации  |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| читальный зал библиотеки: | * компьютерная техника;подключение к сети «Интернет»
 |

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год** **издания** | **Адрес сайта ЭБС** **или электронного ресурса *(заполняется для изданий в электронном виде)*** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета**  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| **10.1 Основная литература, в том числе электронные издания** |  |  |
| *1* | [*Канатников А.Н.*](http://znanium.com/catalog/author/06e407c8-f77e-11e3-9766-90b11c31de4c) | *Методы оптимизации*  | *учебное пособие* | *НИЦ Инфра-М.*  | *2013* | [*http://znanium.com/*](http://znanium.com/) |  |
| *2* | *Петрова А.М..*  | *Автоматическое управление* | *учебное пособие* | *Форум М.* | *2010* | [*http://znanium.com/*](http://znanium.com/) |  |
| *5.* | *Солодов А. А.*  | *Методы оптимизации систем автоматического управления (электронное учебное пособие)* | *учебное пособие* | *РГУ им АН Косыгина* | *2020* | [*http://biblio.mgudt.ru*](http://biblio.mgudt.ru/) |  |
| **10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания**  |  |  |
| *1* | *Семенихина О.Н* | *Методы оптимальных решений:* | *учебник* | *НИЦ ИНФРА-М.* | *2016* | [**http://znanium.com/**](http://znanium.com/) |  |
| **9.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| *..* |  |  |  |  |  |  |  |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

## Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»<http://znanium.com/>  |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/ – GenBank: база данных ДНК. |
|  | https://www.uniprot.org/ – SwissProt: база данных белковых последовательностей. |
|  | https://www.ensembl.org/index.html – Ensembl: геномная база данных. |

## Перечень программного обеспечения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое** |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | V-Ray для 3Ds Max  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **год обновления РПД** | **характер изменений/обновлений** **с указанием раздела** | **номер протокола и дата заседания** **кафедры** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |