

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

(ДО КФУ)

» 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Устойчивость и управление движением Б1.В.ОД.6

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Саченков О.А. , Тазюков Ф.Х.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Султанов Л. У.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 817218718

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, к.н. Саченков О.А. Кафедра теоретической механики отделение механики , OASachenkov@kpfu.ru ; Тазюков Ф.Х.

1. Цели освоения дисциплины

Курс "Устойчивость и управление движением" представляет собой звено цикла предметов базового механико-математического образования, в котором рассматриваются основы устойчивости и управления движением систем с конечными степенями свободы, скорости которых можно описать известными функциями возмущений и неизвестными функциями управлений. Функции управления выбираются в зависимости от цели управления. Курс направлен на расширение и углубление знаний по теории дифференциальных уравнений (качественная теория дифференциальных уравнений) и по вариационному исчислению (оптимальное управление). Целями освоения дисциплины являются: изучение принципов получения дифференциальных уравнения возмущенного движения, анализ их устойчивости и выбор функций управления.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.03 Механика и математическое моделирование и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3, 4 курсах, 6, 7 семестры.

Получаемые знания необходимы для понимания и освоения курсов профильных дисциплин направления механики и математического моделирования. Слушатели должны владеть знаниями по дисциплинам: теоретическая механика, дифференциальные уравнения, вариационное исчисление.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-11 (общекультурные компетенции)	Способность и готовностью использованиярзнаний в профессиональной деятельности фундаментальной подготовки по основам профессиональных
ПК-10 (профессиональные компетенции)	Понимание корректности постановок задач.
ПК-12 (профессиональные компетенции)	Глубокое понимание сути точности фундаментального знания .
ПК-16 (профессиональные компетенции)	Способность к выделению главных смысловых аспектов в доказательствах.
ПК-8 (профессиональные компетенции)	Умением ориентироваться в постановках задач .
ПК-9 (профессиональные компетенции)	Знание корректных постановок классических задач .

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- 1) основные положения теории устойчивости движения: определение устойчивости движения по Ляпунову, теоремы об устойчивости и неустойчивости движения, в каких случаях можно использовать уравнения 1-го приближения, критерии устойчивости; в каких случаях можно стабилизировать движение системы гироскопическими, потенциальными и диссипативными силами,

- 2) принципы и задачи управления, как получаются дифференциальные уравнения систем управления, как используется передаточная функция и частотные характеристики, переходный процесс систем управления, управляемость и наблюдаемость линейных систем, оптимальное управление, принцип максимума Понтрягина;

2. должен уметь:

ориентироваться в использовании математических моделей реальных механических процессов и объектов для нахождения эффективных решений прикладных задач широкого профиля;

3. должен владеть:

теоретическими знаниями об использовании основных понятий и методов для качественного анализа дифференциальных уравнений невозмущенного движения и систем управления; навыками решения типовых задач по устойчивости движения.

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, решения прикладных задач механики

4. должен демонстрировать способность и готовность:

владеть основными компетенциями/

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Устойчивость движения.	6	1	17	0	9	Контрольная работа
2.	Тема 2. Управление движением.	6	2	17	0	9	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Динамика управления.	7	3	9	0	17	Контрольная работа
4.	Тема 4. Оптимальное управление.	7	4	9	0	17	Контрольная работа
·	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
·	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			52	0	52	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Устойчивость движения.

лекционное занятие (17 часа(ов)):

Устойчивость движения. Постановка задачи. Определение устойчивости по Ляпунову. Уравнения возмущенного движения. Прямой метод Ляпунова (автономные системы). Функции Ляпунова и их свойства. Критерий Сильвестра. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости движения. Теорема Барбашина-Красовского об устойчивости движения в целом. Теорема Четаева о неустойчивости движения. Построение функций Ляпунова с помощью связки интегралов. Устойчивость равновесия консервативных систем. Теорема Лагранжа об устойчивости равновесия. Следствие теоремы для тяжелых тел. Обратимость теоремы Лагранжа. Циклические координаты. Преобразование Рауса. Стационарное движение и условие его устойчивости. Теорема Рауса. Управление движением системы с одной степенью свободы. Импульсная переходная функция. Задачи и принципы управления. Задачи управления (стабилизация, выполнение программы, слежение и оптимизация). Принцип разомкнутого управления. Принцип обратной связи. Принцип регулирования по возмущению. Статические и астатические системы. Регулирование давления газа в резервуаре. Матричная форма уравнений возмущенного движения. Линейное преобразование уравнений возмущенного движения к диагональному виду. Матрица Жордана. Устойчивость линейных уравнений движения. Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости по первому приближению Критерии Гурвица и Стодолы. Причины кризиса двигателестроения в XIX веке. Логарифмический вычет и принцип аргумента. Частотный критерий устойчивости. Упрощенный принцип аргумента Михайлова. Влияние структуры сил на устойчивость движения. Теоремы Томсона-Тета о стабилизации движения различными силами. Вековая и временная устойчивость.

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Устойчивость движения. Постановка задачи. Определение устойчивости по Ляпунову. Уравнения возмущенного движения. Прямой метод Ляпунова (автономные системы). Функции Ляпунова и их свойства. Критерий Сильвестра. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости движения. Теорема Барбашина-Красовского об устойчивости движения в целом. Теорема Четаева о неустойчивости движения. Построение функций Ляпунова с помощью связки интегралов. Устойчивость равновесия консервативных систем. Теорема Лагранжа об устойчивости равновесия. Следствие теоремы для тяжелых тел. Обратимость теоремы Лагранжа. Циклические координаты. Преобразование Рауса. Стационарное движение и условие его устойчивости. Теорема Рауса. Управление движением системы с одной степенью свободы. Импульсная переходная функция. Задачи и принципы управления. Задачи управления (стабилизация, выполнение программы, слежение и оптимизация). Принцип разомкнутого управления. Принцип обратной связи. Принцип регулирования по возмущению. Статические и астатические системы. Регулирование давления газа в резервуаре. Матричная форма уравнений возмущенного движения. Линейное преобразование уравнений возмущенного движения к диагональному виду. Матрица Жордана. Устойчивость линейных уравнений движения. Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости по первому приближению Критерии Гурвица и Стодоль. Причины кризиса двигателестроения в XIX веке. Логарифмический вычет и принцип аргумента. Частотный критерий устойчивости. Упрощенный принцип аргумента Михайлова. Влияние структуры сил на устойчивость движения. Теоремы Томсона-Тета о стабилизации движения различными силами. Вековая и временная устойчивость.

Тема 2. Управление движением.

лекционное занятие (17 часа(ов)):

Управление движением. Понятие об управлении движением системы. Кибернетика и автоматическое управление. Входные, выходные и возмущающие сигналы объектов управления. Управление движением системы с одной степенью свободы. Импульсная переходная функция. Задачи управления: стабилизация, выполнение программы, слежение и оптимизация. Принцип разомкнутого управления. Статические и астатические системы. Регулирование постоянного уровня жидкости в сосуде. Принцип регулирования по возмущению. Регулирование температуры в жилом помещении. Принцип обратной связи. Автоматическое управление.

лабораторная работа (9 часа(ов)):

Управление движением. Понятие об управлении движением системы. Кибернетика и автоматическое управление. Входные, выходные и возмущающие сигналы объектов управления. Управление движением системы с одной степенью свободы. Импульсная переходная функция. Задачи управления: стабилизация, выполнение программы, слежение и оптимизация. Принцип разомкнутого управления. Статические и астатические системы. Регулирование постоянного уровня жидкости в сосуде. Принцип регулирования по возмущению. Регулирование температуры в жилом помещении. Принцип обратной связи. Автоматическое управление.

Тема 3. Динамика управления.

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Динамика управления. Переходный процесс. Действие автопилота при управлении самолетом. Дифференциальные уравнения систем управления. Уравнения динамики замкнутой следящей системы. Интегральные преобразования и передаточная функция. Одномерная управляемая система с конечным числом степеней свободы. Многомерные управляемые системы. Структурные схемы и их преобразования. Типовые звенья систем управления. Амплитудная, фазовая и логарифмические частотные характеристики. Устойчивость систем управления. Критерий Найквиста. Управляемость и наблюдаемость линейных систем. Теоремы Калмана для полностью управляемых и наблюдаемых систем.

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Динамика управления. Переходный процесс. Действие автопилота при управлении самолетом. Дифференциальные уравнения систем управления. Уравнения динамики замкнутой следящей системы. Интегральные преобразования и передаточная функция. Одномерная управляемая система с конечным числом степеней свободы. Многомерные управляемые системы. Структурные схемы и их преобразования. Типовые звенья систем управления. Амплитудная, фазовая и логарифмические частотные характеристики. Устойчивость систем управления. Критерий Найквиста. Управляемость и наблюдаемость линейных систем. Теоремы Калмана для полностью управляемых и наблюдаемых систем.

Тема 4. Оптимальное управление.

лекционное занятие (9 часа(ов)):

Оптимальное управление. Постановка задачи оптимального управления. Критерии качества управления. Принцип Максимума Понтрягина. Принцип оптимальности Беллмана.

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Оптимальное управление. Постановка задачи оптимального управления. Критерии качества управления. Принцип Максимума Понтрягина. Принцип оптимальности Беллмана.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Устойчивость движения.	6	1		10	контрольная работа
2.	Тема 2. Управление движением.	6	2		10	контрольная работа
3.	Тема 3. Динамика управления.	7	3		10	контрольная работа
4.	Тема 4. Оптимальное управление.	7	4		10	контрольная работа
	Итого				40	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Устойчивость и управление движением" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств (пакета "Математика").

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Устойчивость движения.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях.

Тема 2. Управление движением.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях

Тема 3. Динамика управления.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях

Тема 4. Оптимальное управление.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен

Примерные вопросы к :

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
- дорешивание задач, начатых на практических занятиях;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

В течение семестра студенты слушают лекции и работают на практических занятиях. Экзамен выставляется после сдачи теоретического материала по программе с учетом результатов контрольных работ и выполнения аудиторных и домашних заданий.

Билеты к экзамену

Билет ♦1

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ. УСТОЙЧИВОСТЬ И АСИМПТОТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ. ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПО ЛЯПУНОВУ.

2. Понятие об управлении. Управление и кибернетика. Входящий и выходящий сигнал. "Черный ящик".

Билет ♦2

1. УРАВНЕНИЯ ВОЗМУЩЕННОГО ДВИЖЕНИЯ. АВТОНОМНАЯ И НЕАВТОНОМНАЯ СИСТЕМЫ.

2. Система управления с одной степенью свободы. Передаточная функция и импульсная функция.

Билет ♦3

1. Уравнения возмущенного движения конического маятника.

2. Бесконечно малый высший предел. Ограниченная и положительно-определенная функции, зависящие от времени.

Билет ♦4

1. Функции Ляпунова и их свойства. Знакопостоянная и знакоопределенная функция. Критерий Сильвестра.

2. Задачи управления (стабилизация, выполнение программы, слежение, оптимизация).

Билет ♦5

1. ПРЯМОЙ МЕТОД ЛЯПУНОВА. ТЕОРЕМА ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ.

2. Принципы управления. Разомкнутое управление.

Билет ♦6

1. Уравнения возмущенного движения спутника Земли

2. Принципы управления. Обратная связь. Регулирование по отклонению.

Билет ♦7

1. Свойства функции Ляпунова $V(\cdot) = c$
2. Принципы управления. Принцип компенсации. Регулирование по возмущениям.

Билет ♦8

1. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости движения.
2. Постановка задачи оптимального управления.

Билет ♦9

1. Теорема Барбашина-Красовского об устойчивости движения в целом. Пример использования теоремы.
2. Задача быстрогодействия на примере движения локомотива.

Билет ♦10

1. Теорема Четаева о неустойчивости движения.
2. Метод динамического программирования. Уравнения Беллмана.

Билет ♦11

1. Построение функций Ляпунова с помощью связки интегралов.
2. Линеаризованные дифференциальные уравнения систем управления.

Билет ♦12

1. Устойчивость стационарного движения конического маятника.
2. Критерии качества оптимального управления.

Билет ♦13

1. Устойчивость равновесия консервативных систем. Теорема Лагранжа и её следствие для тяжелых тел.
2. Уравнения динамики замкнутой следящей системы.

Билет ♦14

1. Условие устойчивости равновесия двойного маятника.
2. Связь между передаточными функциями разомкнутых и замкнутых систем.

Билет ♦15

1. Циклические и позиционные координаты. Преобразование Рауса уравнений движения.
2. Задача программного управления.

Билет ♦16

1. Стационарное движение и условие его устойчивости. Теорема Рауса. Пример: устойчивость конического маятника.
2. Задача слежения и оптимального управления.

Билет ♦17

1. Линейная система уравнений возмущенного движения в матричной форме и её преобразование к матрице Жордана. Исследование на устойчивость.
2. Связь интегрального преобразования Лапласа с передаточной функцией.

Билет ♦18

1. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
2. Связь интегрального преобразования Фурье с частотной характеристикой.

Билет ♦19

1. Теорема Ляпунова о неустойчивости по первому приближению.
2. Постановка задачи оптимального управления.

Билет ♦20

1. Критерий Рауса-Гурвица устойчивости движения системы. Критерий Стодолы.
2. Принцип оптимальности Беллмана.

Билет ♦21

1. Метод D-разбиений для определения областей устойчивости.
2. Принцип аргумента ТФКП и его приложение.

Билет ♦22

1. Критерий Михайлова.
2. Структурные схемы управления (последовательное соединение)

Билет ♦23

1. Исследование устойчивости равновесия массы M под действием силы, находящейся в вязкой среде, сопротивляющейся силой.
- 2 Амплитудно-фазовая частотная характеристика системы.

Билет ♦24

1. Условия устойчивости установившегося режима двигателя с центробежным регулятором.
2. Структурные схемы управления (параллельное соединение)

Билет ♦25

1. Классификация сил по их математической структуре (диссипативные, гироскопические и потенциальные силы).
2. Функция Рауса. Приведенная кинетическая и потенциальная энергия.

Билет ♦26

1. Преобразование уравнений возмущенного движения в матричной форме с помощью теоремы линейной алгебры. Степень неустойчивости и её связь с определителем матрицы потенциальных сил.
2. Задача стабилизации в управлении.

Билет ♦27

1. Первая теорема Томсона и Тета о стабилизации системы гироскопическими силами.
2. Принцип Максимиума Понтрягина.

Билет ♦28

1. Вторая теорема Томсона-Тета о добавлении гироскопических и диссипативных сил системе.
2. Частотные критерии устойчивости управляемых систем. Критерий Найквиста.

Билет ♦29

1. Третья и четвертая теоремы Томсона-Тета. Вековая и временная устойчивость движения системы.
2. Стационарное движение и условие его устойчивости. Теорема Рауса.

Билет ♦30

1. Исследование устойчивости движения волчка вокруг вертикали (движения снаряда по настильной траектории)
2. Представление квадратичных форм кинетической и потенциальной энергии, функции диссипации в матричной записи.

Билет ♦31

1. Обобщение функций Ляпунова для неавтономных систем. Обобщенный критерий Сильвестра.
2. Управляемость системы. Теорема о полной управляемости.

Билет ♦32

1. Ограниченность функций Ляпунова для неавтономных систем.

Бесконечно малый высший предел.

2. Наблюдаемость. Теорема о полной наблюдаемости.

Билет ♦33

1. Теоремы об устойчивости, асимптотической устойчивости неустойчивости для неавтономных систем.

2. Принцип двойственности в теории управления.

7.1. Основная литература:

Практические занятия по курсу "Устойчивость и управление движением", Тазюков, Фэрид Хоснутдинович;Тазюков, Булат Фэридович, 2011г.

1. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ильин [и др.]. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2014. ? 200 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/59700/#1>

2. Сборник задач и упражнений по теории устойчивости [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Ю. Александров [и др.]. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 160 с <https://e.lanbook.com/reader/book/71702/#1>

3. Васильков Г. В., Буйко З. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. - СПб.: Лань, 2013. - 256 с. <http://e.lanbook.com/book/5110/>

4. Радин, В.П. Решение неконсервативных задач теории устойчивости [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Радин, Ю.Н. Самогин, В.П. Чирков, А.В. Щугорев. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2017. ? 240 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/104997/#1>

7.2. Дополнительная литература:

Динамическая устойчивость упругих пластин и оболочек, Коноплев, Юрий Геннадьевич, 2012г.

1. Формальский А.М. Управление движением неустойчивых объектов. - М.: Физматлит', 2012. - 277 с. <http://e.lanbook.com/book/48308>

2. Ступина, А. А. Технология надежностного программирования задач автоматизации управления в технических системах [Электронный ресурс] : монография / А. А. Ступина, С. Н. Ежеманская. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 164 с, <http://znanium.com/bookread2.php?book=442655>

3. Динамическая устойчивость упругих пластин и оболочек : учебное пособие / [Ю. Г. Коноплев и др.] .- Казань : Казанский университет, 2012 .- 79 с. : https://kpfu.ru/staff_files/F_519599823/Uchebnoe_posobie.pdf

4. Практические занятия по курсу 'Устойчивость и управление движением': учебно-методическое пособие / Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Мех.-мат. фак.; [сост.: к.ф.-м.н., доц. Ф. Х. Тазюков, к.ф.-м.н. Б. Ф. Тазюков]. - Казань: [Казанский университет], 2011.-19 с. https://repository.kpfu.ru/?p_id=27243

7.3. Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека - <http://mech.math.msu.su>

Электронная библиотека - www.elibrary.ru

Электронная библиотека - <http://scopus.com/home.url>

Электронная библиотека - <http://knigafund.ru>

Электронная библиотека - <http://link.springer.com>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Устойчивость и управление движением" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

1. Лекционная аудитория с мультимедиапроектором, ноутбуком и экраном.
2. Дисплейный класс с компьютерами, оснащенными многопроцессорными видеокартками, совместимыми с технологией CUDO, и с интернет-доступом.
3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы: пакет МАНТЕМАТИКА.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Тазюков Ф.Х. _____

Саченков О.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.