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. Таюрский Д.А.
_____
"___"_____20___ г.

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 Фэрид Хоснутдинович

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

Казань
2019

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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 Фэрид Хоснутдинович

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
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам
ПК-19 (профессиональные компетенции)	владением методом алгоритмического моделирования при анализе постановок прикладных задач

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-20 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных и инженерно-технических задач
ПК-23 (профессиональные компетенции)	владением методами математического и алгоритмического моделирования при решении задач механики

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 и управление движением	6		2	0	0	
2.	Тема 2. Устойчивость движения.	6	1	7	17	0	Контрольная работа
3.	Тема 3. Управление движением.	6	2	9	17	0	Контрольная работа
4.	Тема 4. Динамика управления.	7	3	9	0	17	Контрольная работа
5.	Тема 5. 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			36	34	34	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Устойчивость и управление движением

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Место и роль устойчивости и управления движением в истории и образовательном процессе. Великие ученые в области: Эйлер Леонард, Сильвестер Джеме Джозеф, Гарри Найквист. Российская школа механиков: Ляпунов Александр Михайлович, Понтрягин Лев Семёнович, Четаев Николай Гурьевич, Красовский Николай Николаевич, Барбашин Евгений Алексеевич.

Тема 2. Устойчивость движения.

лекционное занятие (7 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.

практическое 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.

Тема 3. Управление движением.

лекционное занятие (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.

практическое 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.

Тема 4. 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 5. Оптимальное управление.

лекционное занятие (9 часа(ов)):

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

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	Се-местр	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
1.	Тема 1. Устойчивость и управление движением	6				

N	Раздел Дисциплины	Се-мест	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
2.	Тема 2. Устойчивость движения.	6	1		10	контроль-ная работа
3.	Тема 3. Управление движением.	6	2		10	контроль-ная работа
4.	Тема 4. Динамика управления.	7	3		10	контроль-ная работа
5.	Тема 5. Оптимальное управление.	7	4		10	контроль-ная 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 и управление движением

Тема 2. Устойчивость движения.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях.

Тема 3. Управление движением.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях

Тема 4. Динамика управления.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях

Тема 5. Оптимальное управление.

контрольная работа , примерные вопросы:

Основные определения и теоремы пройденные на предыдущих лекциях

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 7 семестре)

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к :

Свойства линейных систем. Фундаментальная матрица. Формула Коши. Устойчивость линейных систем. Характеристические числа. Устойчивость разностных схем. Устойчивость по Ляпунову. Прямой метод Ляпунова. Теорема 3.1. Ее следствия. Теорема 3.2. Теорема 3.3. Теорема 3.4. Методы построения функции Ляпунова. Теорема 3.5. (Красовского) Теорема 3.6. (Красовского).

Постановка задачи об управлении движением. Понятие фазового вектора, функции управления. Лемма о представлении допустимого управления. Полная управляемость. Достаточное условие полной управляемости (Теорема 4.1 и 4.2). Критерий Калмана. (Теорема 4.3). Управление нелинейных систем. Теорема 5.1. Устойчивость управляемых систем. Теорема 5.2. Стабилизация управления. Следствие теоремы 5.2 Теорема 5.3 и ее следствие. Синтез оптимального управления. Теорема 6.1 и 6.2 ее следствие. Наблюдаемость. Задача 1 и 2. Критерий наблюдаемости (Теорема 7.1). Принцип максимума Понтрягина.

Основные понятия систем автоматического управления. Структурные схемы. Обратные связи. Принципы управления. Комбинированные принципы управления. Законы управления. Преобразование Лапласа. Передаточные функции. Передаточные функции в изображениях по Лапласу. Временные функции. Частотные функции и характеристики. Типовые звенья. Структурные схемы и передаточные функции: приведение к эквивалентному звену. Правила переноса в структурных схемах. Одноконтурные и многоконтурные системы. Устойчивость САУ. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости.

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. 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. https://e.lanbook.com/reader/book/48308/#1

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 оборудованием 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 компъютерами, оснащенными многопроцессорными видеокарточками, совместимыми с технологией CUDO, и с интернет-доступом.

3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы: пакет MANTEMATICA.

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):
Саченков О.А. _____
Тазюков Фэрид Хоснутдинович _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Коноплев Ю.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.