

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

_____» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Системы управления и автоматизации для биотехнических задач Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Евстифеев А.И. , Скоринкин А.И.

Рецензент(ы):

Аганов А.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Аганов А. В.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 6150818

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) инженер 2 категории Евстифеев А.И. кафедра медицинской физики Отделение физики , Aleksandr.Evstifeev@kpfu.ru ; Скоринкин А.И.

1. Цели освоения дисциплины

Освоение основных принципов теории и методов автоматизированного и автоматического управления, применяемых при создании биотехнических систем разного назначения и автоматизированных систем управления здравоохранением.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная дисциплина базируется на курсах профессионального цикла дисциплин (БЗ), преподаваемых в 6-7 семестрах. Студенты , изучающие данную дисциплину, должны знать основные особенности биологических и физиологических систем ,а также разделы математики ,которые можно применять для формализации биологических и физиологических систем. Дисциплина "Системы управления и автоматизации для биотехнических задач" является основой для дальнейшего изучения дисциплин вариативной части цикла профессиональной подготовки "Биотехнические системы медицинского назначения", "Компьютерные технологии в медико-биологической практике", "Автоматизация обработки биомедицинской информации".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность решать задачи анализа и расчёта характеристик электрических цепей
ПК-15 (профессиональные компетенции)	готовность составлять заявки на запасные детали и расходные материалы, а также на поверку и калибровку аппаратуры
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность выполнять работы по технологической подготовке производства приборов, изделий и устройств медицинского и экологического назначения
ПК-9 (профессиональные компетенции)	готовность к практическому применению основных правил выполнения ремонта и обслуживания медицинской техники, основ технологии обслуживания медицинской техники.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы функционирования и математические модели биологических систем управления;

основные методы расчета и исследования устройств автоматического

регулирования, применяемых в биотехнических и медицинских аппаратах и системах;

принципы автоматизации процессов управления в здравоохранении;

методы оптимизации управляющих решений в автоматизированных системах

управления здравоохранением;

2. должен уметь:

оценивать количественные характеристики систем управления современными компьютерными

средствами (устойчивость, качество, чувствительность, частотно-фазовые характеристики); осуществлять

синтез и анализ систем автоматического управления методом передаточных функций; применять современные

компьютерные технологии решения задач управления в биотехнических системах и АСУ.

3. должен владеть:

современными компьютерными технологиями анализа качества и устойчивости автоматических

систем управления; методами синтеза корректирующих управляющих звеньев, пакетами прикладного

программного обеспечения анализа и синтеза САУ (в том числе биомедицинского характера); методологией

системного подхода при анализе БТС; методами линейного, динамического программирования и теории игр

при решении оптимизационных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

оценивать количественные характеристики систем управления современными компьютерными

средствами (устойчивость, качество, чувствительность, частотно-фазовые характеристики); осуществлять

синтез и анализ систем автоматического управления методом передаточных функций; применять современные

компьютерные технологии решения задач управления в биотехнических системах и АСУ.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Введение. Основные понятия теории						
----	---	--	--	--	--	--	--

автоматического управления.

8

1

2

0

0

Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Анализ линейных систем автоматического управления. Оптимальные системы управления.	8	2-4	6	6	0	Коллоквиум
3.	Тема 3. Нестационарные системы управления и их математические модели. Системы управления при случайных воздействиях.	8	5	2	2	0	Коллоквиум
4.	Тема 4. Дискретные цифровые системы управления.	8	6-7	4	2	0	Коллоквиум
5.	Тема 5. Математическое описание и анализ процессов управления в организме.	8	8	2	4	0	Коллоквиум
6.	Тема 6. Оптимизация управляющих решений в АСУ методом динамического программирования и теории игр.	8	9	2	4	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия теории автоматического управления.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Предмет дисциплины и его задачи. Краткая справка о развитии теории управления. Управление и информатика. Значение развития теории управления для моделирования поведения биологических систем и синтеза систем автоматического управления физиологическими функциями организма. Характеристика литературных источников. Объект управления. Примеры объектов управления в биологии и медицине. Функциональная схема системы управления и ее составные элементы. Классификация систем управления. Технические и биологические системы управления. Автоматическое управление в биотехнических системах.

Тема 2. Анализ линейных систем автоматического управления. Оптимальные системы управления.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Постановка задачи анализа и синтеза систем автоматического управления. Разбиение системы на звенья. Уравнения звеньев системы. Линеаризация. Переходные и частотные характеристики звеньев. Многоуровневые иерархические системы управления. Передаточные функции одноконтурной, многоконтурной, одномерной и многомерной систем автоматического управления. Структурные схемы систем автоматического управления, применяемых в биотехнических и медицинских аппаратах и системах. Математические модели систем управления. Формы представления моделей. Описание систем автоматического управления с использованием дифференциальных уравнений. Запись дифференциальных уравнений вида вход-выход. Запись в нормальной форме Коши. Методы пространства состояний. Преобразование дифференциальных уравнений к нормальной форме; преобразование Лапласа. Использование цепей Маркова для описания систем автоматического управления. Статический режим линейных систем автоматического управления. Динамические стационарные режимы. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Точность систем автоматического управления при стационарных случайных воздействиях. Понятие об устойчивости. Области устойчивости систем автоматического управления. Устойчивость биосистем. Понятие о качестве переходных процессов. Частотные, корневые критерии качества переходных процессов. Степень устойчивости и степень колебательности, определение их значений через параметры системы. Интегральные критерии качества переходных процессов. Переходные процессы в биосистемах. Инвариантность и чувствительность систем управления. Задача оптимального управления. Критерии качества управления. Выбор критериев качества при управлении биологическим объектом. Методы нахождения экстремумов функционалов. Задача оптимального управления. Критерии качества управления. Выбор критериев качества при управлении биологическим объектом.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Типовые звенья систем автоматического управления. Многосвязные и многомерные системы. Применение разностных уравнений, z-преобразования. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста. Пример определения критерия качества при оценке функционального состояния человека. Примеры реализации алгоритмов оптимального управления.

Тема 3. Нестационарные системы управления и их математические модели. Системы управления при случайных воздействиях.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Понятие о нестационарных системах управления. Виды нестационарностей. Прохождение случайного сигнала через линейную систему управления. Точность систем автоматического управления при стационарных случайных воздействиях.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Математические модели нестационарных систем управления.

Тема 4. Дискретные цифровые системы управления.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Классификация дискретных систем автоматического управления. Особенности динамики и методы исследования линейных систем автоматического управления. Классификация и особенности динамики импульсных систем автоматического управления. Сведение импульсной системы автоматического управления к системе непрерывного действия. Методы исследования импульсных систем автоматического управления. Математическое описание и методики исследования цифровых систем автоматического управления. Коррекция цифровых систем.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Использование релейного регулятора в системе стабилизации артериального давления.

Тема 5. Математическое описание и анализ процессов управления в организме.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Математические модели и их преимущества. Свойства биосистем: многомерность, динамичность, стохастичность, нестационарность, нелинейность. Определение адекватного математического аппарата для описания биосистем. Относительная организация биосистем. Методы создания моделей: теоретический и эмпирический подходы. Системы и уровни управления живых организмов. Укрупненная блок-схема модели внутренней сферы организма человека.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Примеры моделей локальных биологических систем управления: модель гемодинамики, модель фармакокинетики, модель системы терморегуляции, моделирование поведенческих реакций. Технические средства и методы моделирования: использование ЭВМ.

Тема 6. Оптимизация управляющих решений в АСУ методом динамического программирования и теории игр.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Задачи динамического программирования как процесса управления. Управление многошаговым процессом. Шаговое управление. Принцип оптимальности. Общая постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве. Основное функциональное уравнение динамического программирования. Методы решения задач динамического программирования. Вероятностное программирование. Задачи теории игр и статистических решений. Основные понятия теории игр. Конфликтная ситуация. Оптимальная стратегия. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип минимакса. Решение игр в смешанных стратегиях. Игры 2x2, 2xn, mx2 и их решение. Решение игр mxn посредством их сведения к задаче линейного программирования. Элементы теории статистических решений. Критерии принятия решения в условиях неопределенности.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Динамическое планирование оптимальной лекарственной терапии методом динамического программирования. Управление состоянием организма в биотехнических системах на основе динамического программирования. Применение теории игр для оптимизации клинических решений в хирургии.

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. Введение. Основные понятия теории автоматического управления.	8	1	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Анализ линейных систем автоматического управления. Оптимальные системы управления.	8	2-4	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
3.	Тема 3. Нестационарные системы управления и их математические модели. Системы управления при случайных воздействиях.	8	5	подготовка к коллоквиуму	14	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Дискретные цифровые системы управления.	8	6-7	подготовка к коллоквиуму	14	коллоквиум
5.	Тема 5. Математическое описание и анализ процессов управления в организме.	8	8	подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
6.	Тема 6. Оптимизация управляющих решений в АСУ методом динамического программирования и теории игр.	8	9	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), 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 создания и ведения электронных баз данных; мультимедийных программ, включающих подготовку и выступления студентов на семинарских занятиях с фото-, аудио и видеоматериалами по предложенной тематике.

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

Тема 1. Введение. Основные понятия теории автоматического управления.

устный опрос , примерные вопросы:

Управление и информатика. Значение развития теории управления для моделирования поведения биологических систем и синтеза систем автоматического управления физиологическими функциями организма. Функциональная схема системы управления и ее составные элементы. Классификация систем управления. Структурные схемы систем автоматического управления, применяемых в биотехнических и медицинских аппаратах и системах.

Тема 2. Анализ линейных систем автоматического управления. Оптимальные системы управления.

коллоквиум , примерные вопросы:

Статический режим линейных систем автоматического управления. Динамические стационарные режимы. Переходные и частотные характеристики звеньев. Типовые звенья систем автоматического управления. Выбор критериев качества при управлении биологическим объектом. Пример определения критерия качества при оценке функционального состояния человека.

Тема 3. Нестационарные системы управления и их математические модели. Системы управления при случайных воздействиях.

коллоквиум , примерные вопросы:

Понятие о нестационарных системах управления. Виды нестационарностей. Математические модели нестационарных систем управления. Точность систем автоматического управления при стационарных случайных воздействиях.

Тема 4. Дискретные цифровые системы управления.

коллоквиум , примерные вопросы:

Классификация дискретных систем автоматического управления. Методы исследования импульсных систем автоматического управления. Коррекция цифровых систем.

Тема 5. Математическое описание и анализ процессов управления в организме.

коллоквиум , примерные вопросы:

Свойства биосистем: многомерность, динамичность, стохастичность, нестационарность, нелинейность. Примеры моделей локальных биологических систем управления: модель гемодинамики, модель фармакокинетики, модель системы терморегуляции, моделирование поведенческих реакций. Технические средства и методы моделирования: использование ЭВМ.

Тема 6. Оптимизация управляющих решений в АСУ методом динамического программирования и теории игр.

контрольная работа , примерные вопросы:

Переход от задачи линейного программирования с ограничениями-неравенствами к основной задаче и обратно. Принцип оптимальности. Общая постановка задачи динамического программирования. Динамическое планирование оптимальной лекарственной терапии методом динамического программирования. Игры 2x2, 2xn, mx2 и их решение. Решение игр mxn посредством их сведения к задаче линейного программирования.

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

1. Предмет дисциплины и его задачи. Краткая справка о развитии теории управления.
2. Объект управления. Примеры объектов управления в биологии и медицине.
3. Функциональная схема системы управления и ее составные элементы. Классификация систем управления.
4. Технические и биологические системы управления. Автоматическое управление в биотехнических системах.
5. Постановка задачи анализа и синтеза систем автоматического управления.
6. Разбиение системы на звенья. Уравнения звеньев системы. Линеаризация.
7. Переходные и частотные характеристики звеньев. Типовые звенья систем автоматического управления.
8. Многосвязные и многомерные системы. Многоуровневые иерархические системы управления.
9. Передаточные функции одноконтурной, многоконтурной, одномерной и многомерной систем автоматического управления.
10. Математические модели систем управления. Формы представления моделей.
11. Описание систем автоматического управления с использованием дифференциальных уравнений.
12. Запись дифференциальных уравнений вида вход-выход. Запись в нормальной форме Коши. Методы пространства состояний.
13. Преобразование дифференциальных уравнений к нормальной форме; преобразование Лапласа.
14. Применение разностных уравнений, z-преобразования. Использование цепей Маркова для описания систем автоматического управления.
15. Статический режим линейных систем автоматического управления. Динамические стационарные режимы.

16. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Точность систем автоматического управления при стационарных случайных воздействиях.
17. Понятие об устойчивости. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста.
18. Области устойчивости систем автоматического управления. Устойчивость биосистем.
19. Понятие о качестве переходных процессов. Частотные, корневые критерии качества переходных процессов.
20. Степень устойчивости и степень колебательности, определение их значений через параметры системы.
21. Интегральные критерии качества переходных процессов. Переходные процессы в биосистемах.
22. Инвариантность и чувствительность систем управления.
23. Задача оптимального управления. Критерии качества управления.
24. Методы нахождения экстремумов функционалов. Примеры реализации алгоритмов оптимального управления.
25. Понятие о нестационарных системах управления. Виды нестационарностей.
26. Математические модели нестационарных систем управления.
27. Классификация дискретных систем автоматического управления. Особенности динамики и методы исследования линейных систем автоматического управления.
28. Использование релейного регулятора в системе стабилизации артериального давления. Классификация и особенности динамики импульсных систем автоматического управления.
29. Сведение импульсной системы автоматического управления к системе непрерывного действия. Методы исследования импульсных систем автоматического управления.
30. Математическое описание и методики исследования цифровых систем автоматического управления. Коррекция цифровых систем.
31. Прохождение случайного сигнала через линейную систему управления.
32. Точность систем автоматического управления при стационарных случайных воздействиях.
33. Математические модели и их преимущества.
34. Определение адекватного математического аппарата для описания биосистем. Методы создания моделей: теоретический и эмпирический подходы.
35. Системы и уровни управления живых организмов. Относительная организация биосистем. Укрупненная блок-схема модели внутренней сферы организма человека.
36. Постановка задачи идентификации. Задачи идентификации в широком и узком смысле.
37. Классификация методов идентификации. Простейшие методы идентификации при активных воздействиях: гармонических, апериодических и случайных.
38. Пример оценки параметров эмпирической модели фармакокинетики по импульсной характеристике.
39. Понятие об управляемости, наблюдаемости и идентифицируемости, их условия.
40. Процедура оценки параметров биологического объекта методом наименьших квадратов.
41. Другие виды оценок: байесовские оценки, оценки метода максимального правдоподобия, оценки обобщенного метода наименьших квадратов. Свойства оценок.
42. Процесс управления и АСУ. Типы АСУ с разной глубиной автоматизации.
43. Автоматизация процесса принятия решений. Классификация АСУ. Информационное, математическое и техническое обеспечение АСУ.
44. Основная задача линейного программирования. Ее геометрическая интерпретация.
45. Переход от задачи линейного программирования с ограничениями-неравенствами к основной задаче и обратно.
46. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
47. Задачи динамического программирования как процесса управления. Управление многошаговым процессом. Шаговое управление.
48. Принцип оптимальности. Общая постановка задачи динамического программирования.

- 49.Интерпретация управления в фазовом пространстве. Основное функциональное уравнение динамического программирования.
- 50.Методы решения задач динамического программирования. Вероятностное программирование.
- 51.Управление состоянием организма в биотехнических системах на основе динамического программирования.
- 52.Задачи теории игр и статистических решений. Основные понятия теории игр.
- 53.Конфликтная ситуация. Оптимальная стратегия. Нижняя и верхняя цена игры.
- 54.Принцип минимакса. Решение игр в смешанных стратегиях.
- 55.Игры 2x2, 2xn, mx2 и их решение. Решение игр mxn посредством их сведения к задаче линейного программирования.
- 56.Элементы теории статистических решений.
- 57.Критерии принятия решения в условиях неопределенности. Применение теории игр для оптимизации клинических решений в хирургии. Минимизация риска хирургического вмешательства в онкологии.
- 58.Основные направления дальнейшего развития и практического использования систем управления при разработке и анализе биологических и биотехнических систем.
- 59.Перспективы использования автоматизированных систем управления в биомедицинских исследованиях и клинической практике.

7.1. Основная литература:

Борисевич, А. В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - М.: Инфра-М, 2014. - 200 с. - ISBN 978-5-16-101828-6 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470329>

Петраков, Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. ? Электрон. дан. ? М. : Машиностроение, 2009. ? 336 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=751

7.2. Дополнительная литература:

Теория автоматического регулирования / Глазырин Г.В. - Новосиб.:НГТУ, 2014. - 168 с.: ISBN 978-5-7782-2473-5 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558731>

Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2009. ? 352 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/294>.

7.3. Интернет-ресурсы:

A tutorial on biomedical process control -

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959152407000315>

Biomedical Signal Processing and Control journal -

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/17468094>

wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Control_theory

Курс Лекций. Теория автоматического управления - <http://www.toehelp.ru/theory/tau/contents.html>

РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ В SCILAB - <http://books.ifmo.ru/file/pdf/1366.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Системы управления и автоматизации для биотехнических задач" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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.

программное обеспечение: Matlab или Scilab

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Скоринкин А.И. _____

Евстифеев А.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Аганов А.В. _____

"__" _____ 201__ г.