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

Основы ядерного магнитного резонанса Б1.В.ОД.3

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Савинков А.В. , Скирда В.Д.

Рецензент(ы):
Фаткуллин Н.Ф.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Скирда В. Д.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 6161518

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) доцент, к.н. Савинков А.В. Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Andrey.Savinkov@kpfu.ru ; заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Скирда В.Д. Кафедра физики молекулярных систем Отделение физики , Vladimir.Skirda@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) "Основы ядерного магнитного резонанса" состоит в том, чтобы студенты владели физическими основами метода ЯМР, современными методическими приемами в спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в изучении биотехнических систем с использованием ЯМР.

В рамках дисциплины "Основы ядерного магнитного резонанса" излагаются основы ядерного магнитного резонанса, способы регистрации сигнала ЯМР, основные радиоэлектронные и схемотехнические решения на примере аппаратуры ЯМР.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина "Основы ядерного магнитного резонанса" в учебном плане находится в вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" обязательных дисциплин (Б1.В.ОД.3) основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению подготовки 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии".

Общая трудоемкость дисциплины - 4 ЗЕ (144 часа).

Курс "Основы ядерного магнитного резонанса" логически увязан со всеми дисциплинами указанного цикла. Успешное усвоение данного курса требует знаний физики и математики в рамках программ, изучаемых в университете. Теоретическая составляющая курса дополняется практическими занятиями в лаборатории ЯМР Института физики. Все это сочетается с другими практическими занятиями, где используются физические методы исследований, физические приборы и статистическая обработка результатов измерений.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-2 (профессиональные компетенции)	готовностью к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные принципы метода ЯМР и их математическое описание

2. должен уметь:

- использовать при работе справочную и учебную литературу и другие необходимые источники информации.

3. должен владеть:

- обладать знаниями об основах метода ЯМР, современных методических приемах в ЯМР спектроскопии, методах регистрации и наблюдения сигнала ЯМР, и об методах обработки и анализа результатов эксперимента

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности,

привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

- к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 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. Понятие ЯМР.	5	1	2	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Классическое и квантово-механическое рассмотрение ЯМР.	5	2-5	8	12	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Ядерная релаксация	5	6-7	4	4	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Основные методики измерения времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации	5	8-9	4	4	0	Отчет 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	
5.	Тема 5. Детектирование сигнала ЯМР. Основные блоки спектрометра ЯМР	5	10-14	10	14	0	Отчет
6.	Тема 6. Самодиффузия (Ds). ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля	5	15-17	6	8	0	Отчет
7.	Тема 7. Особенности измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах	5	18	2	4	0	Отчет Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			36	48	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Понятие ЯМР.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Введение в принципы ЯМР. Возможности метода ЯМР. Основные приложения метода ЯМР.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач на свойства спиновых операторов

Тема 2. Классическое и квантово-механическое рассмотрение ЯМР.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Классическое представление. Импульсное возбуждение спиновой системы. Лабораторная и вращающаяся системы координат. Понятия времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации. Простая ядерная двухуровневая система.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Решение задач: ядерный магнитный момент, гиромагнитное отношение, энергия ядра во внешнем магнитном поле, ядерный спиновый Гамильтониан.

Тема 3. Ядерная релаксация

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Спин-спиновая и спин-решеточная ядерная релаксация. Механизмы ядерной магнитной релаксации. Диполь-дипольная ядерная релаксация. Релаксация через парамагнитные центры.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Ознакомление с ЯМР-релаксометром "Хроматек-20М".

Тема 4. Основные методики измерения времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации

лекционное занятие (4 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Спад свободной индукции (ССИ). Метод Хана и спиновое эхо. Методы измерения времен спин-спиновой релаксации. ССИ, импульсная последовательность Хана, последовательность КПМГ. Методы измерения времен спин-решеточной релаксации. Нуль-метод, последовательность "180-tau-90".

практическое занятие (4 часа(ов)):

Измерения различными импульсными методиками времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации ядер 1H в образцах воды и глицерина при помощи ЯМР-релаксометра "Хроматек-20М".

Тема 5. Детектирование сигнала ЯМР. Основные блоки спектрометра ЯМР

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Основные блоки, необходимые для возбуждения и регистрации сигнала ЯМР. Приемно-передающие устройства. Требования к ним. Передатчик, приемник. Системы детектирования сигнала ЯМР. Основные типы детекторов. Преимущества и недостатки. Амплитудный детектор и детектор средних значений. Пиковый детектор. Идеальный амплитудный детектор. Влияние и учет шумового сигнала на детектирование. Синхронный детектор. Преимущества и требования. Квадратурный детектор. Аналоговое и цифровое квадратурное детектирование. Назначение и требования к системам формирования импульсных последовательностей, формирователь радиочастотных импульсов, формирование фазы. Системы обработки экспериментальных данных в магнитном резонансе. Настройка резонансных условий. Системы стабилизации резонансных условий.

практическое занятие (14 часа(ов)):

Исследование влияния парамагнитных примесей на спин-спиновой и спин-решеточную релаксацию протонов воды в растворе CuSO4. Измерение времен спин-решеточной и спин-спиновой релаксации ядер 1H в растворе CuSO4 разной концентрации. Исследование влияния диполь-дипольного взаимодействия на ядерную релаксацию протонов глицерина. Измерение температурных зависимостей спин-спиновой и спин-решеточной релаксации ядер 1H глицерина при помощи ЯМР-релаксометра "Хроматек-20М".

Тема 6. Самодиффузия (Ds). ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Самодиффузия: понятие и методы измерения. Постоянный линейный градиент магнитного поля. Возбуждение и формирование сигнала в неоднородном магнитном поле. Ограничения на величину градиента магнитного поля. Форма сигнала спада свободной индукции (ССИ) и сигнала эхо в неоднородном магнитном поле и ее зависимость от формы образца. Форма сигналов от двух точечных или цилиндрических образцов. Способы измерения амплитуды постоянного градиента магнитного поля. Градиент магнитного поля в краевом поле магнита. Достоинства и недостатки методик с постоянным градиентом магнитного поля. Импульсный градиент магнитного поля, достоинства и недостатки. Основное требование к параметрам импульсов градиента. Основные импульсные последовательности (эхо Хана, стимулированное эхо). Понятие времени диффузии. Сравнительный анализ методик постоянного и импульсного градиента магнитного поля. Аппаратурные ограничения. Измеряемые характеристики и методики измерения. Диффузионные затухания от амплитуды, длительности импульсов градиента и от времени диффузии.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Измерение коэффициента смодиффузии в простых жидкостях: дистиллированная вода и диэтиленгликоль.

Тема 7. Особенности измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах

лекционное занятие (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Спектры времен релаксации и форма релаксационных затуханий. Особенности измерения времен релаксации в многофазных системах. Двумерные методики измерения. Ядерная релаксация в системах с фазовыми превращениям. Измерение степени кристалличности. Простейшие двумерные эксперименты на основе последовательности Гольдмана-Шена. Скорости обмена. Распределение времен жизни. Форма диффузионного затухания и ее зависимость от временных интервалов последовательности в случаях, осложненных неэкспоненциальной ядерной магнитной релаксацией; молекулярным, протонным или спиновым обменами. Модифицированная последовательности стимулированного эхо. Особенности трансляционной подвижности молекул в системах с ограничениями. Основная информация, получаемая с помощью градиентных методов в исследованиях неоднородных, пористых систем и мембранных материалов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Измерение времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации протонов дистиллированной воды в пористом стекле VYCOR.

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. Понятие ЯМР.	5	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Классическое и квантово-механическое рассмотрение ЯМР.	5	2-5	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
3.	Тема 3. Ядерная релаксация	5	6-7	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
4.	Тема 4. Основные методики измерения времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации	5	8-9	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
5.	Тема 5. Детектирование сигнала ЯМР. Основные блоки спектрометра ЯМР	5	10-14	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
6.	Тема 6. Самодиффузия (Ds). ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля	5	15-17	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Особенности измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах	5	18	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				60	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных и интерактивных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- проведение практических занятий на современных спектрометрах (измерение и анализ спектров, времен ядерной спин-спиновой и спин-решеточной релаксации и т. д.), определяющих приобретение навыков решения проблемы;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям

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

Тема 1. Введение. Понятие ЯМР.

устный опрос , примерные вопросы:

Примерные вопросы на устном опросе: 1. Понятие ЯМР 2. Ядерный механический и ядерный магнитный момент. Ядерное гиромагнитное отношение. 3. Возможности метода ЯМР. 4. Применение метода ЯМР в исследованиях вещества. 5. Практические приложения метода ЯМР.

Тема 2. Классическое и квантово-механическое рассмотрение ЯМР.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Основные понятия в ЯМР. 2. Импульсное возбуждение спиновой системы. 3. Лабораторная и вращающаяся системы координат. 4. Простая ядерная двух-уровневая система. 5. Разность населенностей ядерных уровней энергии. 13. Основные свойства спиновых операторов. 6. Операторы проектирования. Матрица плотности. 7. Уравнение Лиувилля-фон Неймана. 8. Поведение одиночного спина в постоянном магнитном поле. 9. Задача Рабби: поведение спина под действием РЧ поля и постоянного магнитного поля. 10. Феноменологические уравнения Блоха.

Тема 3. Ядерная релаксация

устный опрос , примерные вопросы:

1. Понятие о ядерной релаксации. 2. Ядерная спин-спиновая и ядерная спин-решеточная релаксация. 3. Релаксация ядерной макроскопической намагниченности. 4. Равновесная населенность ядерных уровней энергии во внешнем магнитном поле. 5. Влияние неоднородного уширения.

Тема 4. Основные методики измерения времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Основные методики измерения времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации. 2. Сигнал спада свободной индукции. 3. Спиновое эхо Хана 4. Нуль-метод и метод "180-t-90" для измерения времен ядерной спин-решеточной релаксации 5. Метод КПМГ 6. Связь измеряемых параметров с характеристиками молекулярного движения. 7. Форма сигнала и релаксационная функция. 8. Метод моментов. Вычисление второго момента жесткой решетки.

Тема 5. Детектирование сигнала ЯМР. Основные блоки спектрометра ЯМР

устный опрос , примерные вопросы:

1. Детектирование сигнала ЯМР. 2. Основные типы детекторов. Преимущества и недостатки. 3. Амплитудный детектор и детектор средних значений. 4. Пиковый детектор. 5. Идеальный амплитудный детектор. 6. Влияние и учет шумового сигнала на детектирование. 7. Синхронный детектор. Преимущества и требования. 8. Квадратурный детектор. 9. Основные блоки, необходимые для возбуждения и регистрации сигнала ЯМР: передатчик, приемник, формирователь радиочастотных сигналов. 10 Требования к основным блокам спектрометра ЯМР.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 6. Самодиффузия (Ds). ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля

устный опрос , примерные вопросы:

1. Самодиффузия (Ds). 2. Ядерный магнитный резонанс с импульсным градиентом магнитного поля как метод регистрации трансляционной подвижности молекул. 3. Сравнительный анализ методик постоянного и импульсного градиента магнитного поля. 4. Аппаратурные ограничения. 5. Спектр коэффициентов самодиффузии. 6. Измеряемые характеристики.

Тема 7. Особенности измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Особенности измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах, характеризующихся спектрами времен релаксации и коэффициентов самодиффузии. 2. Назначение и требования к блокам импульсного градиента магнитного поля. Варианты исполнения. 3. Двумерный ЯМР. Представление данных в виде двумерных карт T2 -T1, Ds -T2, Ds -T1.

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

1. Понятие ЯМР. Ядерный механический и магнитный момент, ядерное гиромагнитное отношение.
2. Поведение спина под действием РЧ поля и постоянного магнитного поля.
3. Классическое и квантовомеханическое представление ЯМР.
4. Феноменологические уравнения Блоха.
5. Простая ядерная двухуровневая система. Разность населенностей ядерных уровней энергии. Равновесная населенность во внешнем постоянном магнитном поле.
6. Импульсное возбуждение спиновой системы. Лабораторная и вращающаяся системы координат. Понятия времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации.
7. Сигналы после импульсного возбуждения спиновой системы.
8. Основные методики измерения времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации.
9. Сигнал спада свободной индукции.
10. Спиновое эхо Хана
11. Нуль-метод и метод "180-t-90" для измерения времен ядерной спин-решеточной релаксации
12. Метод КПМГ
13. Связь измеряемых параметров ЯМР с характеристиками молекулярного движения.
14. Форма сигнала и релаксационная функция.
15. Метод моментов. Вычисление второго момента жесткой решетки.
16. Детектирование сигнала. Основные типы детекторов. Преимущества и недостатки.
17. Амплитудный детектор и детектор средних значений.
18. Пиковый детектор.
19. Идеальный амплитудный детектор.
20. Влияние и учет шумового сигнала на детектирование.
21. Синхронный детектор. Преимущества и требования.
22. Квадратурный детектор.
23. Самодиффузия (Ds).
24. Ядерный магнитный резонанс с импульсным градиентом магнитного поля как метод регистрации трансляционной подвижности молекул.
25. Сравнительный анализ методик постоянного и импульсного градиента магнитного поля. Аппаратурные ограничения.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

26. Спектр коэффициентов самодиффузии. Измеряемые характеристики.

27. Назначение и требования к блокам импульсного градиента магнитного поля. Варианты исполнения.

28. Особенности измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах, характеризующихся спектрами времен релаксации и коэффициентов самодиффузии.

29. Двумерный ЯМР. Представление данных в виде двумерных карт T2 -T1, Ds -T2, Ds -T1.

7.1. Основная литература:

1. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - М. : Логос, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469025

2. Основы ядерного магнитного резонанса: Учебное пособие / М.П. Евстигнеев, А.О. Лантушенко, В.В. Костюков. и др. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 247 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-9558-0414-9

http://znanium.com/bookread2.php?book=496299

3. Ядерный магнитный резонанс. Теория и практика. В 3 ч. Ч. 2: Учебное пособие / Бельская Н.П., Ельцов О.С., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2018. - 124 с.: ISBN 978-5-9765-3557-2 - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=966424

7.2. Дополнительная литература:

1. Медицинская и биологическая физика: учебник / Ремизов А.Н. - 4-е изд., испр. и перераб. 2013. - 648 с. - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970424841.html

2. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости / Федотов М.А. - 2010. - ISBN: 978-5-9221-1202-4. - 384 стр. - Издательство 'Физматлит'. Электронно-библиотечная система. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2151

7.3. Интернет-ресурсы:

Fundamentals of NMR - http://qudev.ethz.ch/content/courses/phys4/studentspresentations/nmr/James_Fundamentals_of_NMR.pdf

Basic NMR Concepts - http://www2.chemistry.msu.edu/facilities/nmr/handouts/DH%20NMR%20Basics.pdf

Basic Principles of NMR - http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9780387243672-c1.pdf

Relaxation in NMR Spectroscopy - http://www.chem.wisc.edu/areas/reich/nmr/08-tech-01-relax.htm

Solution Dynamics and Self-Organization - http://www.uni-leipzig.de/diffusion/powerpoint_presentations/pdf/price.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы ядерного магнитного резонанса" 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 "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.

- мультимедийный проектор

- интерактивная доска

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):
Скирда В.Д. _____
Савинков А.В. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Фаткуллин Н.Ф. _____
"__" _____ 201 __ г.