

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Термодинамика Б1.Б.18

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Хамзин А.А.

Рецензент(ы):

Аминов Л.К.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 62817

Казань
2017

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. (доцент) Хамзин А.А. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Ajrat.Hamzin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Термодинамика" являются: изучение основных методов, законов и моделей статистической физики и термодинамики, распределений равновесной статистической физики, основ теории флуктуаций, элементов теории фазовых переходов, элементов неравновесной термодинамики.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.18 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к базовой (обще-professionalной) части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла (Б.3). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, классическая и квантовая механика, электродинамика. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью к самоорганизации и самообразованию

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы термодинамики и статистической физики; иметь представление о современном состоянии в указанном разделе теоретической физики

2. должен уметь:

формулировать и доказывать основные результаты термодинамики и статистической физики

3. должен владеть:

навыками вычисления (в простых задачах) макроскопических характеристик системы

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины 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. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.	7	1-2	4	5	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
2.	Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.	7	2-4	6	7	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа
3.	Тема 3. Термодинамика.	7	4-7	10	10	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Идеальные газы.	7	8-10	10	10	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа
5.	Тема 5. Неидеальные системы.	7	11-12	6	5	0	Письменное домашнее задание Устный опрос
6.	Тема 6. Равновесие фаз. Фазовые переходы.	7	13-14	6	7	0	Письменное домашнее задание 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	
7.	Тема 7. Теория флуктуаций.	7	15-16	6	5	0	Письменное домашнее задание Устный опрос
8.	Тема 8. Элементы физической кинетики.	7	17-18	6	5	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			54	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Предмет и методы термодинамики и статистической физики. Микросостояния в классической механике. Уравнение Лиувилля. Микросостояния в квантовой механике. Матрица плотности. Уравнение Лиувилля - Неймана. Микроканоническое распределение. Эргодическая гипотеза. Некоторые модельные системы статистической физики.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Решение задач 1.1, 1.4, 1.6, 1.9, 1.14, 1.16, 1.17, 1.18, 1.20 из пособия [1] основной литературы.

Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Термодинамические контакты систем. Энтропия и температура, флуктуации. Второе начало термодинамики. Химический потенциал. Большое каноническое и каноническое распределения (ансамбли). Эквивалентность равновесных ансамблей. Различные представления энтропии. Функции распределения Ферми - Дирака и Бозе - Эйнштейна.

практическое занятие (7 часа(ов)):

Решение задач 2.1, 2.3, 2.5, 2.6, 2.7, 2.13 (а,с), 2.15, 2.17, 2.18, 2.22 из пособия [1] основной литературы

Тема 3. Термодинамика.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные) процессы. Давление. Основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов. Термодинамические системы во внешних электрических и магнитных полях. Цикл Карно, теоремы Карно. Третий закон термодинамики, теорема Нернста - Планка. Теплоемкость системы. Термодинамические потенциалы. Соотношения взаимности Максвелла. Некоторые свойства якобианов и их приложение в термодинамике. Связь между C_p и C_v . Условия равновесия термодинамических систем, находящихся в контакте с термостатом. Термодинамические неравенства. Адиабатические процессы. Следствия третьего закона термодинамики.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Решение задач 3.1, 3.7 (1, 3, 5, 7), 3.10, 3.12 (а, в), 3.13 (а, d), 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21 из пособия [1] основной литературы

Тема 4. Идеальные газы.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Одночастичный спектр. Классический идеальный газ. Теплоемкость двухатомного идеального газа. Смеси идеальных газов. Идеальный газ в силовом поле. Распределение Максвелла по скоростям в идеальном газе. Вырожденный идеальный Ферми-газ. Вырожденный Бозе-газ. Бозе-конденсация. Черное излучение. Термодинамика кристаллической решетки. Теория Дебая.

практическое занятие (10 часа(ов)):

Решение задач 4.2, 4.3, 4.5, 4.7, 4.8, 4.12, 4.13, 4.15, 4.16, 4.17, 4.19, 4.21, 4.25, 4.39, 4.28, 4.32, 4.33, 4.35 из пособия [1] основной литературы

Тема 5. Неидеальные системы.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Разреженные газы нейтральных частиц. Вириальное разложение уравнения состояния. Вириальное разложение с использованием большого канонического распределения. Метод частичных функций распределения. Цепочка уравнений для равновесных функций распределения. Уравнение состояния (давление) реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса). Теория Дебая - Хюккеля для равновесной разреженной плазмы.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Решение задач 5.1, 5.2, 5.3, 5.8, 5.9 из пособия [1] основной литературы

Тема 6. Равновесие фаз. Фазовые переходы.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Условия сосуществования фаз. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Критическая точка. Фазовые переходы первого и второго рода. Тройная точка. Фазовые диаграммы. Правило фаз Гиббса. Поверхностное натяжение. Метастабильные состояния. Зародыши. Ферромагнетизм в приближении молекулярного поля Вейсса. Теория Ландау фазовых переходов второго рода. Условия химического равновесия. Закон действующих масс.

практическое занятие (7 часа(ов)):

Решение задач 6.1, 6.2, 6.4, 6.5, 6.6, 6.8, 6.9, 6.10 из пособия [1] основной литературы

Тема 7. Теория флуктуаций.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Мера флуктуаций. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуаций. Гауссово распределение вероятности малых флуктуаций. Флуктуации системы, помещенной в термостат. Рассеяние света флуктуациями. Формула Рэлея. Корреляция флуктуаций во времени. Теорема Винера - Хинчина. Принцип симметрии кинетических коэффициентов (соотношения Онзагера). Элементы термодинамики необратимых процессов. Теорема Онзагера. Производство энтропии

практическое занятие (5 часа(ов)):

Решение задач 7.1, 7.2, 7.5, 7.9, 7.11, 7.12, 7.14, 7.15 из пособия [1] основной литературы

Тема 8. Элементы физической кинетики.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Кинетическое уравнение для классических систем. Кинетическое уравнение Больцмана. Уравнения Власова для бесстолкновительной плазмы. Теория броуновского движения. Основное кинетическое уравнение (уравнение баланса). H - теорема Больцмана. Случайные марковские процессы. Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера - Планка.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Решение задач 8.1, 8.2, 8.4, 8.6 из пособия [1] основной литературы

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. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.	7	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.	7	2-4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
3.	Тема 3. Термодинамика.	7	4-7	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Идеальные газы.	7	8-10	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
5.	Тема 5. Неидеальные системы.	7	11-12	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Равновесие фаз. Фазовые переходы.	7	13-14	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
7.	Тема 7. Теория флуктуаций.	7	15-16	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Элементы физической кинетики.	7	17-18	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
Итого					72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курсы лекций и практических занятий, организованные по стандартной технологии.

Применение бально-рейтинговой системы оценки знаний при текущем контроле успеваемости.

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

Тема 1. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 1.2, 1.5, 1.10, 1.11, 1.12, 1.15, 1.19 из пособия [1] основной литературы.

устный опрос , примерные вопросы:

Функция распределения и матрица плотности. Уравнение Лиувилля. Микроканоническое распределение.

Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 2.2, 2.4, 2.8, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 (b, d), 2.14, 2.16, 2.21 из пособия [1] основной литературы.

контрольная работа , примерные вопросы:

Фазовые траектории частиц для модельных систем. Расчет статистических весов, энтропии для модельных систем. Расчет средних значений физических величин с помощью канонического распределения.

Тема 3. Термодинамика.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 3.2, 3.3, 3.7 (2, 4, 6, 8, 9), 3.9, 3.11, 3.12 (б, г, д), 3.13 (b, c), 3.15 из пособия [1] основной литературы

устный опрос , примерные вопросы:

Законы термодинамики. Якобианы и их свойства. Соотношения взаимности Максвелла. Условия равновесия термодинамических систем, находящихся в контакте с термостатом.

Тема 4. Идеальные газы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 4.4, 4.6, 4.7, 4.9, 4.14, 4.18, 4.22, 4.23, 4.27, 4.29, 4.34, 4.40 из пособия [1] основной литературы

контрольная работа , примерные вопросы:

Доказательство термодинамических тождеств. Расчет КПД циклов. Применение распределения Максвелла по скоростям. Вырожденные Ферми- и Бозе-газы.

Тема 5. Неидеальные системы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 5.4, 5.5, 5.7 из из пособия [1] основной литературы

устный опрос , примерные вопросы:

Вириальное разложение. Формулы для вириальных коэффициентов. Положения теории Дебая-Хюккеля.

Тема 6. Равновесие фаз. Фазовые переходы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 6.3, 6.7, 6.11 из из пособия [1] основной литературы

контрольная работа , примерные вопросы:

Расчет второго вириального коэффициента для модельных потенциалов. Теория Ландау фазовых переходов.

Тема 7. Теория флуктуаций.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 7.4, 7.6, 7.7, 7.8, 7.10, 7.13 из пособия [1] основной литературы

устный опрос , примерные вопросы:

Гауссово распределение вероятности малых флуктуаций. Флуктуации системы, помещенной в термостат. Теорема Винера - Хинчина.

Тема 8. Элементы физической кинетики.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 8.3, 8.5 из пособия [1] основной литературы

контрольная работа , примерные вопросы:

Расчет флуктуаций (средних квадратичных отклонений) физических величин в модельных системах. Решение кинетических уравнений в приближении времени релаксации. Расчет кинетических коэффициентов в рамках теории Онсагера.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ

[1] Текущая работа (домашние задания, устные опросы) 10

[2] Контрольные работы (4) 40

[3] Экзамен 50

Экзаменационные вопросы:

1. Фазовое пространство, фазовая траектория. Функция статистического распределения. Статистические ансамбли.
2. Уравнение Лиувилля, теорема Лиувилля.
3. Статистический оператор, матрица плотности, свойства матрицы плотности. Уравнение Лиувилля-Неймана.
4. Микроканоническое распределение. Эргодическая гипотеза. Квазиэргодические системы.
5. Термодинамические контакты систем. Распределение (конфигурация) полной энергии по подсистемам, вероятность распределения.
6. Энтропия и температура. Свойства энтропии. Энтропия и температура спиновой системы.
7. Химический потенциал.
8. Большое каноническое распределение. Большая статсумма.
9. Каноническое распределение. Статсумма.
10. Классическая форма канонического и большого канонического распределений.
11. Функция распределения Ферми-Дирака. Функция распределения Бозе-Эйнштейна.
12. Обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные) процессы. Давление и его связь с энтропией.
13. Основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов.
14. Теплота. Функции процесса и функции состояния.
15. Термодинамические системы во внешних электрических и магнитных полях.
16. Цикл Карно, теоремы Карно. Тепловая машина. Коэффициент полезного действия машины.
17. Второй закон термодинамики; принцип Клаузиуса, принцип Кельвина.
18. Третий закон термодинамики, теорема Нернста-Планка.
19. Энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, термодинамический потенциал Гиббса, большой потенциал.
20. Соотношения взаимности Максвелла. Коэффициент теплового расширения, изотермическая сжимаемость, адиабатическая сжимаемость.
21. Некоторые свойства якобианов и их приложение в термодинамике.
22. Условия равновесия термодинамических систем, находящихся в контакте с термостатом.
23. Принцип максимальной работы.
24. Термодинамические неравенства.
25. Адиабатические процессы. Использование их для получения низких температур.

26. Метод адиабатического размагничивания парамагнетиков.
27. Частицы в ящике. Внутренняя структура частиц. Химический потенциал, внутренняя энергия, уравнение состояния классического идеального газа.
28. Свободная энергия, энтропия, теплоемкость, статсумма идеального газа. Квантовый объем, его физический смысл.
29. Теплоемкость двухатомного идеального газа.
30. Идеальный газ в силовом поле. Барометрическая формула. Распределение Максвелла по скоростям в идеальном газе.
31. Вырожденный идеальный Ферми-газ. Температура Ферми. Теплоемкость вырожденного Ферми-газа.
32. Вырожденный Бозе-газ. Бозе-конденсация.
33. Формула Планка для распределения интенсивности излучения по частотам. Энергия излучения, давление излучения, теплоемкость излучения.
34. Излучение из полости. Закон Стефана-Больцмана.
35. Колебания кристаллической решетки. Модель Дебая. Температура Дебая. Теплоемкость решетки при низких и высоких температурах.
36. Разреженные газы. Модельные потенциалы взаимодействия частиц. Приближение парных взаимодействий.
37. Вириальное разложение уравнения состояния.
38. Уравнение Ван дер Ваальса.
39. Равновесные частичные функции распределения. Цепочка уравнений для равновесных функций распределения. Суперпозиционное приближение.
40. Уравнение состояния (давление) реального газа.
41. Теория Дебая-Хюккеля для равновесной разреженной плазмы. Радиус Дебая-Хюккеля.
42. Условия сосуществования фаз. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
43. Критическая точка. Тройная точка. Фазовые диаграммы.
44. Правило фаз Гиббса.
45. Условия химического равновесия. Закон действующих масс.
46. Термическая ионизация водорода.
47. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуаций. Гауссово распределение вероятности малых флуктуаций.
48. Флуктуации системы, помещенной в термостат.
49. Корреляция флуктуаций во времени. Теорема Винера-Хинчина.
50. Принцип симметрии кинетических коэффициентов (соотношения Онзагера).
51. Потоки и обобщенные силы. Теорема Онзагера.
52. Термомеханический эффект.
53. Кинетическое уравнение в приближении времени релаксации. Электронный газ в постоянном электрическом поле.
54. Кинетическое уравнение Больцмана. Принцип детального равновесия.
55. Уравнение Власова для бесстолкновительной плазмы.
56. Теория броуновского движения. Уравнение Ланжевена. Приближение "белого шума".
57. Диффузия броуновских частиц. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии.
58. Основное кинетическое уравнение (уравнение баланса). H - теорема Больцмана.
59. Уравнение Смолуховского.
60. Уравнение Фоккера-Планка.

7.1. Основная литература:

Термодинамика и статистическая физика, Аминов, Линар Кашифович, 2008г.

2. Ландау, Л.Д. Статистическая физика: Учеб.пособие для студ.ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского.-М.: Физматлит, Б.г..-(Теоретическая физика;Т.5). Ч.1.-5-е изд.,стереотип.-2005.-616 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2230/>

3. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. - изд. Лань. - 2007. - 448с. <http://e.lanbook.com/view/book/692/>

7.2. Дополнительная литература:

Теоретическая физика, Т. 9. Статистическая физика, Лифшиц, Евгений Михайлович;Питаевский, Лев Петрович, 2004г.

1. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории, М.: Физматлит. 2007. - 254 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/2209/>

2. Основы статистической физики: Учебное пособие / А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-010234-4,

<http://znanium.com/bookread2.php?book=478437>

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека Library Genesis - <http://gen.lib.rus.ec>

методические материалы кафедры ТФ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205

Мир математических уравнений EqWorld - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/statphys.htm>

Новая электронная библиотека newlibrary.ru -

http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/termodinamika__statisticheskaja_fizika/

ЭОР на www.twirpx.com - http://www.twirpx.com/files/#category_42

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Термодинамика" 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 "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.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

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):

Хамзин А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Аминов Л.К. _____

"__" _____ 201__ г.