

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 01.07.2026 12:50:35 Уникальный программный ключ: 06.05.01-Биоинженерия и биоинформатика 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Кинетика и термодинамика биологических процессов" по специальности 06.05.01-Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*
Кинетика и термодинамика биологических процессов

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация

Биоинженерия и биоинформатика

Присваиваемая квалификация (степень)

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов
и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: сформировать представления о количественных закономерностях развития и протекания биологических процессов во времени при использовании знаний о энергетическом обмене организма с окружающей средой как основе гомеостаза и о базовых законах биокинетики. Курс кинетика и термодинамика биологических процессов имеет общеобразовательное и прикладное значение: многие вопросы содержат материал, способствующий формированию правильного представления о современной естественнонаучной картине мира. Освоение методов биокинетического описания биораспределения химических элементов и их соединений является необходимой компетенцией при изучении радиобиологии.

Задачи:

- Выяснение механизмов, определяющих скорости и природу биологических процессов;
- Выявление лимитирующих стадий биологических процессов;
- Изучение преобразования энергии в биологических процессах;
- Изучение основных подходов и методов исследований термодинамических и биокинетических закономерностей;

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1 Использует базовые принципы планирования научных исследований и правила техники безопасности при работе с исследовательской аппаратурой в области биоинженерии и биоинформатики

ПК-1.2 Анализирует нормативные документы, регламентирующие организацию и методику проведения научно-исследовательских и производственно-технологических работ в области биоинженерии биоинформатики

ПК-1.3 Планирует организацию и проведение научных исследований по актуальным биомедицинским проблемам

ПК-1.4 Использует профессиональные умения и навыки в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.04.02.01

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Курс базируется на знаниях, полученных в школе, а также полученных при изучении предшествующих курсов, таких как «Физика», «Высшая математика», «Химия», «Общая, аналитическая и физическая химия», «Биофизика».

Общая, аналитическая и физическая химия

Математика и математические методы в биологии

Физика

Общая биология

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Курс «Кинетика и термодинамика биологических процессов» является основой для изучения дисциплины «Радиационная биофизика» у бакалавров профиля «Биофизика».

Введение в биотехнологию

Клеточная радиобиология. Проблемы современной радиобиологии

Математическое моделирование биологических процессов

Радиационная биофизика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов в области биоинженерии и биоинформатики;

Знать:

Для достижения ПК-1.1 знать: термодинамические функции систем, основные уравнения неравновесной термодинамики, теорему Пригожина; принципы теплового баланса организмов и их терморегуляции, температурные реакции на излучения; закономерности циркуляции макро и микроэлементов в организме.

Для достижения ПК-1.2 знать: основные проблемы и задачи решаемые в рамках дисциплины; математическое



описание биокинетических процессов; понятие основного обмена, использование радиоактивных меток в биомедицинских исследованиях.

Для достижения ПК-1.4 знать: принципы работы в специализированных и основных пакетах компьютерных программ для обработки экспериментальных данных и биокинетического моделирования.

Уметь:

Для достижения ПК-1.1 уметь: рассчитывать термодинамические потенциалы химических реакций и фазовых переходов, решать задачи; оставлять графы биокинетических процессов, составлять системы дифференциальных уравнений переноса, уметь использовать компьютерные технологии для решения дифференциальных биокинетических уравнений.

Для достижения ПК-1.3 уметь: качественно выполнять контрольные задания, предусмотренные дисциплиной; анализировать и обрабатывать экспериментальные данные.

Для достижения ПК-1.4 уметь: обрабатывать достаточные объемы информации и литературные данные, критично относиться к полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы; представлять результаты собственной деятельности в различных формах.

Владеть:

Для достижения ПК-1.2: навыками самообразования, работы с учебной и научной литературой.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Для достижения ПК-1.1 знать: термодинамические функции систем, основные уравнения неравновесной термодинамики, теорему Пригожина; принципы теплового баланса организмов и их терморегуляции, температурные реакции на излучения; закономерности циркуляции макро и микроэлементов в организме.
3.1.2	Для достижения ПК-1.2 знать: основные проблемы и задачи решаемые в рамках дисциплины; математическое описание биокинетических процессов; понятие основного обмена, использование радиоактивных меток в биомедицинских исследованиях.
3.1.3	Для достижения ПК-1.4 знать: принципы работы в специализированных и основных пакетах компьютерных программ для обработки экспериментальных данных и биокинетического моделирования.
3.2	Уметь:
3.2.1	Для достижения ПК-1.1 уметь: рассчитывать термодинамические потенциалы химических реакций и фазовых переходов, решать задачи; оставлять графы биокинетических процессов, составлять системы дифференциальных уравнений переноса, уметь использовать компьютерные технологии для решения дифференциальных биокинетических уравнений.
3.2.2	Для достижения ПК-1.3 уметь: качественно выполнять контрольные задания, предусмотренные дисциплиной; анализировать и обрабатывать экспериментальные данные.
3.2.3	Для достижения ПК-1.4 уметь: обрабатывать достаточные объемы информации и литературные данные, критично относиться к полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы; представлять результаты собственной деятельности в различных формах.
3.3	Владеть:
3.3.1	Для достижения ПК-1.2: навыками самообразования, работы с учебной и научной литературой.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 36,7 : контактная работа: 35,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: зачеты 6



5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Введение в кинетику и термодинамику			
1.1	Введение в кинетику и термодинамику биологических процессов Терминология и определения кинетики и термодинамики. Базовые понятия термодинамики: законы термодинамики линейных консервативных систем. Основные понятия биологической кинетики на примере фармакокинетики. Период полувыведения, максимальная концентрация, время достижения максимальной концентрации. Различия между динамикой и кинетикой на примере фармакокинетики и фармакодинамики. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
1.2	Изучение особенностей температурных реакций организма. Наблюдение за суточными и недельными колебаниями температуры собственного тела. Анализ данных наблюдений и написание отчета. /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
	Раздел 2. Термодинамические функции систем			
2.1	Термодинамические функции систем (в виде практической подготовки): энтропия, энтальпия, внутренняя энергия, свободная энергия Гиббса, свободная энергия Гельмгольца. Закон Гесса Удельная теплопродукция /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
2.2	Термодинамические потенциалы. Решение задач (в виде форме практической подготовки). /Лаб/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
2.3	Использование термодинамических функций в биомедицинских исследованиях. Подготовка справки о встречаемости термодинамических потенциалов в современных научных публикациях. /Ср/	6	6,2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
	Раздел 3. Термодинамическое равновесие, стационарное состояние, гомеостаз. Теорема Пригожина			
3.1	Термодинамическое равновесие, стационарное состояние, гомеостаз. Концепция локального равновесия. Движущие силы и потоки. Производство энтропии. Сопряженность процессов производства энтропии (анаболических с катаболическими). Соотношения взаимности Озангера. /Пр/	6	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
3.2	Тепловой эффект действия ионизирующего и неионизирующего излучений (в виде форме практической подготовки). /Лаб/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э4
3.3	Термодинамические функции и теорема Пригожина. Применение в современных биомедицинских исследованиях (в виде форме практической подготовки). Теория динамического роста, термодинамика метаболических циклов и оценка их КПД. /Лаб/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
3.4	Написание рецензий на статьи с термодинамической трактовкой влияния радиации на организмы. /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
	Раздел 4. Закономерности циркуляции макро и микроэлементов в организме			
4.1	Закономерности циркуляции макро и микроэлементов в организме. Понятие микро и макро элементов. Биосорбция, аккумуляция, ассимиляция и выведение. Коэффициент накопления. Циркуляторная система, депо фиксации (в виде форме практической подготовки). /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
4.2	Особенности метаболизма макроэлементов (в виде форме практической подготовки). /Лаб/	6	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1



4.3	Молекулярная геометрия и распределение электрических зарядов на поверхности молекулы как факторы влияния на кинетику /Лаб/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
4.4	Особенности метаболизма микроэлементов у человека. /Ср/	6	6,5	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э5
	Раздел 5. Радионуклидные метки как инструмент изучения биокинетики			
5.1	Автордиография как инструмент исследований метаболизма на разных уровнях организации. Комбинация автордиографии и метода гель-электрофореза для молекулярных исследований. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
5.2	Спектрометрия излучений человека. Знакомство с прибором СИЧ- 9.1М /Лаб/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
5.3	Радионуклидные методы в медицине. Эмиссионная томография и локальное облучение с использованием радиофармацевтических препаратов. /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
	Раздел 6. Основной обмен и калориметрические методы исследований			
6.1	Первичная и вторичная теплота организма. Основной обмен. Тепловые потери (теплоотдача). Удельная теплопроводность. Аллометрические закономерности теплоотдачи и теплопродукции. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
6.2	Газообмен как лимитирующий фактор размеров тела живых организмов. Калориметрия: базовый принцип, основные типы калориметров. Непрямая калориметрия на основе измерений характеристик газообмена. Дыхательный коэффициент. Калориметрический эквивалент кислорода. /Лаб/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
6.3	Оценка студентами индивидуальной суточной потребности в калориях. Решение задач на расчет энергозатрат и дыхательный коэффициент. /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
	Раздел 7. Биокинетическое моделирование			
7.1	Камерные модели процессов переноса. Константы переноса. Построение графов камерных моделей. Переход от графического представления камерных моделей к записи их в виде системы дифференциальных уравнений. /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
7.2	Построение биокинетических моделей для изотопов водорода и йода и расчет активностей радионуклидов в различных компартментах организма в разные моменты времени с использованием программы WinAct (в форме практической подготовки) . /Лаб/	6	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
7.3	Решение уравнений переноса в он-лайн калькуляторах и в программной среде Python /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
	Раздел 8. Электронная схема жизни			
8.1	Электронная схема жизни Биофизические механизмы фотосинтеза. Биофизика клеточного дыхания. /Пр/	6	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
8.2	Электронная схема жизни /Лаб/	6	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
8.3	Диссипативные структуры /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1
	Раздел 9. Иная контактная работа			
9.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	3,3	Л1.1Л2.1 Л2.2

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ



6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольная работа (тест, ответ на вопросы), отчет по лабораторной работе, тестовые задания итогового тестирования

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примеры задач контрольной работы по термодинамическим потенциалам:

1. Удельная теплота парообразования бромбензола при температуре 140 °C равна $L=245,3$ Дж/г. Определите изменение энтропии фазового перехода при испарении 1,25 моль бромбензола.
2. Определите изменение энтропии при нагреве 1 моль Al от 25 до 6000C, если для него в этом интервале теплоёмкость зависит от температуры следующим образом: $C_p=20,945+0,011 \cdot T$, (Дж/моль K).
3. Определите изменение энтропии в стандартных условиях для следующего химического процесса: $Al(k) + Cr_2O_3(k) \rightarrow Cr(k) + Al_2O_3(k)$.
4. Пользуясь термохимическим уравнением $2NH_3 + H_2O + SO_3 = (NH_4)_2SO_4$; $\Delta H = -406,28$ кДж, рассчитайте стандартную энтальпию образования сульфата аммония.
5. Рассчитайте изменения энтальпии при стандартных условиях для реакции $Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$. Укажите экзо- или эндотермической является эта реакция.
6. Запишите термохимическое уравнение реакции, если известно, что при образовании 1 моль газообразного хлороводорода HCl из простых веществ в стандартных условиях выделяется 92 кДж теплоты.
7. Рассчитайте стандартную энтальпию образования $Al_2O_3(t)$, если известно термохимическое уравнение: $4Al(t) + 3O_2(t) = 2Al_2O_3(t)$, $\Delta H = -3340$ кДж.
8. Расположите формулы веществ (см. таблицу) в порядке увеличения устойчивости.
Вещество ΔH обр, кДж/моль
 $H_2O(t)$ -242
 $H_2S(t)$ -20
 $H_2Se(t)$ +85
 $H_2Te(t)$ +154
9. Определите по справочным данным стандартную энтальпию реакции $C_2H_5OH(ж) + 3O_2(t) = 2CO_2(t) + 3H_2O(t)$.
Вещество $C_2H_5OH(ж)$ $O_2(t)$ $CO_2(t)$ $H_2O(t)$
 ΔH обр, кДж/моль 278 0 394 242
10. Не производя вычислений, укажите знак ΔS следующих процессов:
а) $2NO(t) + O_2(t) = 2NO_2(t)$;
б) $CO_2(k) = CO_2(t)$;
в) $2CH_3OH(ж) + 3O_2(t) = 2CO_2(t) + 4H_2O(ж)$.
11. Рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции.
 $Fe_2O_3(k) + 3H_2 = 2Fe(k) + 3H_2O(t)$
 $\Delta H_0 H_2O = -241,82$
 $\Delta H_0 Fe_2O_3 = -822,16$
 $\Delta S_0 Fe = 27,15$
 $\Delta S_0 H_2O = 188,7$
 $\Delta S_0 Fe_2O_3 = 89,96$
 $\Delta S_0 H_2 = 131$
12. Реакция горения ацетилена протекает согласно: $C_2H_2(t) + 5/2O_2(t) = 2CO_2(t) + H_2O(ж)$.
Вычислите изменение энтропии системы в стандартных условиях и объясните причины её уменьшения.
 $S_{0обр} CO_2(t) = 213,65$ Дж/моль·K;
 $S_{0обр} H_2O(ж) = 69,94$ Дж/моль·K;
 $S_{0обр} C_2H_2(t) = 219,45$ Дж/моль·K;
 $S_{0обр} O_2(t) = 205,03$ Дж/моль·K.
13. Найти прирост S энтропии при превращении массы 1 г воды ($t = 0^\circ C$) в пар ($t_p = 100^\circ C$). Удельная теплоемкость воды $CV = 4,19$ кДж/кг·K. Удельная теплота испарения $L = 2,26$ МДж/кг.

Примеры задач контрольной работы по калориметрии:

14. Зная свой рост, вес и двигательную активность, рассчитать для себя количества калорий, необходимых в сутки для поддержания веса тела с учетом уровня физической нагрузки
15. Рассчитайте расход энергии за час, если испытуемый поглощает в минуту 0,5 л кислорода, а дыхательный коэффициент равен 0,85.
16. Рассчитайте энергетические затраты у испытуемого, если по данным непрямой калориметрии, установлено, что минутный объем дыхания (МОД) – 10 л, состав вдыхаемого воздуха – 21% кислорода и 0,03% CO_2 ,



состав выдыхаемого воздуха – 16% кислорода и 4,03% CO₂

17. Рассчитайте дыхательный коэффициент (ДК), если испытуемый поглощает в минуту 0,4 л кислорода и выделяет 0,36 л углекислого газа.

18. Может ли дыхательный коэффициент быть меньше 0,7 и больше 1,0?

Структура отчета по лабораторной работе:

Работа № Название (рецензия на научную статью; наблюдение за суточными и недельными колебаниями температур; биокинетическое моделирование)

Цель:

обоснование проведения работы, предмет исследования;

Материалы и методы:

объекты исследования

Ход работы:

описывается пошаговый алгоритм работы над рецензией;

Результаты:

1. Общие замечания, включая:

1.1 соответствие рецензируемой работы формальным требованиям к научным исследованиям (структура работы, описание материалов и методов, ссылки и список литературы, соответствие целей и задач названию и выводам);

1.2 актуальность, научная новизна, научная и практическая значимость;

1.3 место исследования в системе существующих представлений, обоснованность необходимости пересмотра существующей концепции, противоречия с базовыми биологическими знаниями.

2. частные замечания, включая

2.1 терминологические замечания;

2.2 замечания по оформлению;

2.3 замечания по стилю изложения и формулировкам

2.4 прочие замечания

3. Заключение о возможности опубликования

Выводы:

Кратко объясняется заключение с использованием теоретического материала.

Ответы на дополнительные вопросы (из контрольных вопросов по разделам)

Контрольные вопросы по лабораторным работам:

1. Радиобиологический парадокс

2. Температурная реакция организмов на ионизирующее излучение

3. Температурная реакция организма на неионизирующее излучение

4. Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки и нуклеиновые кислоты

5. Роль АТФ в клетке.

6. Щелевые контакты — межклеточные контакты, обеспечивающие прямой перенос ионов и небольших молекул между соседними клетками.

7. Атмосферные электронно-фотонные ливни и их взаимодействие с биологическими объектами на поверхности Земли.

8. Оксигенизация крови в капиллярах

9. Кинетика кислорода в организме млекопитающих

10. Кинетика водорода в организме человека

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Итоговое тестирование

1. Какие из перечисленных понятий не относятся к термодинамическим функциям систем: энтропия, энтальпия, внутренняя энергия, эргодичность, энергия Гельмгольца, энергия Гиббса, удельная теплопродукция, информация?

1) эргодичность и информация

2) информация, энергия Гельмгольца, энергия Гиббса, удельная теплопродукция

3) эргодичность, удельная теплопродукция, информация

4) все относятся к термодинамическим потенциалам

2. Какая величина соответствует количеству теплоты, выделяемой единицей массы животного в единицу времени:

1) скорость изменения энтальпии

2) производство энтропии



- 3) удельная теплопродукция
4) другая _____
3. От чего зависит тепловой эффект химической реакции:
1) от разности энтальпий конечных и исходных продуктов реакции
2) от разности энтальпий конечных и исходных продуктов реакции и от типа промежуточных реакций
3) от наличия катализатора
4) другая причина _____
4. Какие из названных процессов можно отнести к квазистационарным
1) осциллятор циркадианных ритмов
2) терморегуляция
3) сопряжения процессов окисления с фосфорилированием у растений при фотосинтезе
4) ни один из названных
5. Какие из перечисленных свойств характерны для биологических систем
1) консервативность (1) или диссипативность (2);
2) замкнутость (1) или открытость (2);
3) равновесность (1), квазистационарность (2) или неравновесность (3).
6. Какие из приведенных соотношений термодинамических потенциалов справедливы?
1) $\Delta H = \Delta U + p\Delta V$
2) $\Delta H = \Delta F + \Delta G + p\Delta V$
3) $\Delta H = T\Delta S + \Delta F$
4) $\Delta U = T\Delta S + \Delta F$
7. Основной обмен - это:
1) совокупность процессов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма в бодрствующем состоянии в условиях относительного физического и психического покоя при температуре окружающей среды 20 °С.
2) минимальная скорость метаболизма, обеспечивающая нормальную жизнедеятельность в условиях относительного физического и психического покоя при температуре окружающей среды 20 °С.
3) количеством тепла, вырабатываемое единицей массы человеческого тела в сутки в условиях относительного физического и психического покоя при температуре окружающей среды 20 °С.
4) энергитические затраты на поддержание нормальной жизнедеятельности организма в бодрствующем состоянии в условиях относительного физического и психического покоя при температуре окружающей среды 20 °С.
8. В каких единицах измеряют уровень основного обмена?
1) ккал/ день
2) ккал/(ч*кг)
3) ккал/(ч*см²)
4) ккал/(м²)
9. На что расходуется энергия основного обмена?
1) процессы клеточного метаболизма
2) кровообращение
3) дыхание
4) выделение
5) поддержание температуры тела
6) функционирование жизненно важных нервных центров мозга
7) постоянную секрецию эндокринных желёз
10. Какой орган млекопитающих потребляет наибольшую долю энергии основного обмена?
1) сердце;
2) мышцы;
3) мозг;
4) печень
5) почки.
11. Укажите процессы, влияющие на скорость теплопродукции организма:
1) поведенческие механизмы, например обычные физические упражнения ;
2) вегетативные механизмы, например ускорение обмена ;
3) внешние температурные условия
4) адаптивные механизмы, или акклиматизация
12. Закон поверхности Рубнера определяет влияние _____ на _____
13. Разность температур тела и окружающей среды влияет на скорость изменения энтальпии. Объясните, почему? (Чем ближе температура тела животного к температуре окружающей среды, тем меньше скорость теплообмена)
14. Какие из перечисленных организмов в нижеприведенной таблице неправильно классифицированы по способу теплоадаптации (пойкилотермия, гетеротермия, гомойотермия):



Пойкилотермия Гетеротермия Гомойотермия
Лягушка Летучая мышь Красноперый опух (рыба)
Крокодил Колибри Лесной сурок
Еж Суслик Голый землекоп (грызун)
Шмель Утконос Медведь белый
Плотва обыкновенная Кенгуру Ехидна
Косатка Медведь бурый (Тюлень

15. Аллометрическое уравнение Клейбера описывает

- 1) поглощение энергии организмами разных размеров
- 2) теплоотдачу в зависимости от массы организма млекопитающих
- 3) запасание энергии в зависимости от массы организма
- 4) разность температур тела и окружающей среды у организмов разных размеров

16. Размер тела животных в условиях Земли ограничивает:

- 1) сила земного притяжения ;
- 2) скорость сердцебиения для обеспечения газообмена;
- 3) увеличение относительной теплоотдачи при снижении размеров тела;
- 4) другое _____

17. Каким термодинамическим потенциалом определяется направление протекания изохорных процессов ($V=\text{const}$ и $T=\text{const}$)? _____

18. Какие из перечисленных свойств характерны для стационарных систем (гомеостаза):

- 1) отсутствие обмена с окружающей средой, веществом и энергией;
- 2) наличие постоянных по величине градиентов;
- 3) энтропия системы постоянна и соответствует максимальному в данных условиях значению;
- 4) для поддержания стационарного состояния необходимы постоянные затраты энергии Гиббса;
- 5) реакционноспособность (работоспособность) системы постоянна и не равна нулю. Скорость процесса в одном из направлений больше, чем в другом.

19. Завершите формулировку теоремы Пригожина: в стационарной термодинамически-открытой системе скорость производства энтропии, обусловленного протеканием в ней необратимых процессов принимает,

20. Живой организм, представляющий открытую систему, поставлен природой в выгодные с точки зрения энергообеспечения условия, а именно:

- 1) требует минимального потребления энергии Гиббса;
- 2) энтропия организма (как системы) уменьшается;
- 3) состояние с минимумом свободной энергии;

21. Дыхательные коэффициенты при окислении белков, жиров и углеводов соотносятся как :

22. Если человек будет питаться чистой глюкозой, то максимальное значение ДК (в покое):

- 1) 1;
- 2) 0,87;
- 3) 0,7.

23. Температурные пределы, в которых может протекать жизнь:

- 1) -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$;
- 2) -70°C до $+100^{\circ}\text{C}$;
- 3) -200°C до $+100^{\circ}\text{C}$;

24. Укажите диапазоны температур, при которых обитают:

- 1) Криофилы или психрофилы _____ ;
- 2) Мезофилы _____ ;
- 3) Термофилы _____ ;

25. Организмы, для жизни которых требуются условия, ограниченные узким диапазоном толерантности по какому-либо лимитирующему фактору, называются _____, а способные жить в их широком диапазоне - _____.

26. Какие из перечисленных ниже организмов относятся к экстремофилам?

- 1) Тихоходки
- 2) Цианобактерии *Gloeocapsa*
- 3) Пингвин
- 4) Гусеница Гинаэфора Гренландская
- 5) Саксаул

27. Температура тела определяет:

- 1) скорость протекания ферментативных процессов;



- 2) проведения возбуждения и мышечного сокращения ;
3) дыхательный баланс;
4) энергетический баланс.
28. Какие из перечисленных утверждений соответствуют типам адаптации к температуре окружающей среды (приведите примеры)?
- 1) Анатомо-морфологическая

- 2) Физиологическая адаптация

- 3) Мимикрия

- 4) Поведенческая адаптация

29. Выберите правильные утверждения (для человека)?
- 1) В норме температура ступней и кистей рук составляет 280С;
2) В норме внутричерепная температура и температура в брюшной полости человека составляет 370С; ;
3) При переохлаждении сужаются периферические сосуды, мышцы сокращаются, возникает дрожание ;
4) При перегреве тела внутричерепная температура и температура в брюшной полости человека поднимаются до 370С.
30. Какие из названных механизмов относятся к механизмам теплоотдачи:
- 1) излучение
2) кондукция и конвекция
3) нейрогуморальная регуляция
4) испарение влаги
31. Критической температурой тела человека, обуславливающей гипертермическую гибель организма, является

32. Критической температурой тела человека, обуславливающей гипотермическую остановку кровотока, является

33. Перечислите основные типы распределения химических элементов и соединений в организме:
- 1) _____
2) _____
3) _____
4) _____
34. Биомедицинское определение макроэлементов:
- 1) вещества, суточная норма которых для человека составляет от 200 мг.
2) вещества, содержание которых превышает 0,005% массы тела
3) вещества, содержание которых в организме составляет более 5 граммов.
4) элементы, содержащиеся в рационе, суточная потребность которых измеряется не менее чем десятками долями грамма
35. Расположите макроэлементы (O, N, C, H) по возрастанию их массовой доли в биологических тканях:
_____ (O- 65 %; C - 18 %; H – 10%; N – 3%)
36. Какие из названных радионуклидных методов используются в биокинетических исследованиях:
- 1) автордиография
2) проточная цитометрия
3) гель-электрофорез
4) однофотонная-эмиссионная компьютерная томография
5) позитронно-эмиссионная томография
6) бета и гамма-спектрометрия излучения
- Примечание: при тестировании один верный ответ соответствует 1 баллу.

6.4. Критерии оценивания

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для текущего и итогового теста

Рабочая программа дисциплины "Кинетика и термодинамика биологических процессов" по направлению
специализации "БИОИНЖЕНЕРИЯ И БИОИНФОРМАТИКА" ФГБОУ ВО «ЧелГУ» стр. 9

Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (макс – 100)

Менее 60 – Неудовлетворительно

60-75 – Удовлетворительно

76-95 – Хорошо



86-100 – Отлично

Требования (критериальные показатели) к устному фронтальному поименному опросу

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность – Нет.

Логика изложения – Отсутствует логика в изложении материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность – Не всегда прослеживается четкость и структурированность.

Логика изложения – Не всегда прослеживается логика изложения материала.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность – Ответ структурирован, грамотен, обстоятелен.

Логика изложения – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Описание критериев оценивания компетенций для реферата и презентации

Неудовлетворительно:

Полнота ответа – Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, отсутствуют межпредметные связи.

Структурированность, логичность – Нет логичности, структурированности.

Наглядность – Нет.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал не содержит фактов, материалов, необходимых для формирования компетенций бакалавра- биолога или непонятен.

Ответы на дополнительные вопросы – Нет.

Удовлетворительно:

Полнота ответа – Студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не достаточно правильные формулировки, ответ отличается низким уровнем самостоятельности.

Структурированность, логичность – Не всегда прослеживается логичность.

Наглядность – Нет.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Доступен, не представлен в форме, затрудняющей восприятие, не все вопросы освещены.

Ответы на дополнительные вопросы – Затрудняется с ответами, ответ отличается низкой самостоятельностью.

Хорошо:

Полнота ответа – Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его; ответ отличается меньшей обстоятельностью.

Структурированность, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Наглядность – Да.



Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.
Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Наглядность – Да.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью.

Отлично:

Полнота ответа – Студент полно излагает учебный материал на основе лекций и дополнительной литературы, осуществляет межпредметные связи; владеет понятийным аппаратом и уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

Структурированность, логичность – Корректно и логически стройно его излагает ответ.

Наглядность – Да.

Доступность усвоения материала студентами-сокурсниками – Материал доступен и полезен сокурсникам.

Ответы на дополнительные вопросы – Не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью.

Требования (критериальные показатели) к отчетам по лабораторным работам:

Ход работы:

Неудовлетворительно - нарушение пошагового алгоритма работы

Удовлетворительно - Выполнение не всегда отличается аккуратностью, частично может нарушаться пошаговый алгоритм, не приведено убедительных обоснований тезисов

Хорошо - Выполнение отличается аккуратностью, точностью, самостоятельностью, критика хорошо обоснована, формулировки заключения и выводов не являются четкими

Отлично - Выполнение отличается аккуратностью, точностью, самостоятельностью, заключение и выводы обоснованы, формулировки четкие и корректные

Результаты:

Неудовлетворительно - 1. В ходе лабораторной работы не проанализированы важные аспекты работы. 2. Тезисы одних пунктов противоречат тезисам других пунктов

Удовлетворительно - Принципиальных ошибок нет, но выдвигаемая критика не обоснована и не подтверждается ссылками на литературные источники

Хорошо - Принципиальных ошибок нет, выдвигаемая критика обоснована

Отлично - Принципиальных ошибок нет, выдвигаемая критика обоснована и грамотно оформлена

Теоретическое обоснование полученных результатов:

Неудовлетворительно - 1. нет обоснования

2. неправильное обоснование

Удовлетворительно - 1. Неполное обоснование

2. Пропущены ошибки, имеющие принципиальную значимость

Хорошо - Правильное обоснование

Отлично - Правильное обоснование с использованием авторитетных литературных источников, практических примеров

Ответы на дополнительные вопросы:

Неудовлетворительно - нет

Удовлетворительно - Нет, или неполный ответ



Хорошо - не всегда ответы на дополнительные вопросы отличаются полнотой, структурированностью
Отлично - не затрудняется с ответом при видоизменении задания, ответы на дополнительные вопросы характеризуются полнотой, структурированностью

Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Результат зачета

Зачтено

Студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы; логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер. Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора. Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий и защита докладов.

Не зачтено

студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности и существенные ошибки в определении понятий, формулировке положений, не привлекает для аргументации ответа основные положения исследовательских, концептуальных и нормативных документов, не умеет обосновать свои суждения; наблюдается нарушение логики изложения. Ответ отличается низким уровнем самостоятельности, не содержит собственной профессионально-личностной позиции.

Или, студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл; не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с педагогической практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы и написания тестовых заданий.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Малышев Л. Г., Повзнер А. А.	Избранные главы курса физики: Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699063)	Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Аклеев А. А., Блинова Е. А., Бугров Н. Г., Буртовая Е. Ю., Аклеев А. В.	Последствия радиоактивного загрязнения реки Теча	Челябинск: [Книга], 2016	
Л2.2	Рубин А. Б.	Термодинамика биологических процессов: учебное пособие для студентов университетов, обучающихся по специальности "Биология"	Москва : Издательство МГУ, 1976	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Ресурс по биофизике: взгляд физиков на все живое http://www.biophys.ru/
Э2	Лекции по биофизике http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=343
Э3	Общество биофизиков http://www.biophysics.org/



- Э4 Биофизика ионизирующих и неионизирующих излучений :
учеб. пособие / А. А. Кузнецов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2016. –
143 с. file:///I:/%D0%9A%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%
B8%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%
B8%D0%BA%D0%B0%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%
D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8%
20%D0%BD%D0%B0%20%D0%B8%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%
B5/UP_BFINI_BTS.pdf
- Э5 Химические элементы в организме человека : справочные материалы / Помор. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова ; [сост.:
проф. Барашков В.А., проф. Копосова Т.С., доц. Белых А.И. и др.] ; под общ. ред. Л.В. Морозовой
https://vk.com/doc93866000_565814787?hash=WpAwK7wuauPvgPWdeb2b0h9xLhabiqiBCz1ZX7tYYeo

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

Python

LibreOffice

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – Санкт-Петербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.
2. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) PubMed: база данных для поиска литературы по биомедицине и наукам о жизни и здоровье (как глобальном, так и индивидуальном)/ National Center for Biotechnology Information (NCBI). - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>. – Яз. англ. – Режим доступа: не требует обязательной регистрации. – Текст : электронный.
5. ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>) ScienceDirect: мультидисциплинарная база данных для поиска литературы/Elsevier BV. – URL: (<https://www.sciencedirect.com/>). – Яз. англ. – Режим доступа: не требует обязательной регистрации. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория № 137

Основное оборудование:

учебные столы, учебные стулья, стол преподавателя, стул преподавателя, доска настенная.

Измерительные приборы и специальное оборудование:

микроскопы, лабораторная посуда, водяная баня, дозаторы одноканальные, весы, весы учебные, набор гирь учебный, набор ареометров, нитрат тестер, термобаня, фотометр КФК, холодильник, шкаф вытяжной, центрифуга, шкаф для титрования, электроплитка, шкаф для реактивов (металлический), шкаф для реактивов (стеклянный).

Технические средства обучения для проведения занятий: мультимедийный переносной комплекс (ноутбук, проектор, акустическая система)

Программное обеспечение:

Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно).

Помещения для организации самостоятельной работы (для всех дисциплин (модулей))

Учебная аудитория (компьютерный класс) № 337.

Основное оборудование:

учебная и специализированная мебель, учебная доска, автоматизированные рабочие места для обучающихся с доступом к Интернет ресурсам, рабочее место преподавателя, оборудованное с выходом в сеть Интернет.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Кинетика и термодинамика биологических процессов" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 16

Технические средства обучения для проведения занятий: мультимедийный комплекс портативный (ноутбук, демонстрационный экран, проектор).

Учебно-методическая документация: пособия, плакаты, наглядный и раздаточный материал.

Программное обеспечение: Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно), система ДО «Moodle» - свободно распространяемое ПО, Acrobat Reader - свободно распространяемое ПО.

Неограниченный доступ в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации; к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для наиболее эффективного достижения результата изучения дисциплины «Кинетика и термодинамика биологических процессов» студент должен исправно посещать практические и лабораторные занятия. Кроме того, студент должен принимать активное участие в обсуждении сообщений, выносимых на семинары. При возникновении вопросов, возникающих в процессе освоения нового материала, студент обязательно должен обращаться за их разъяснением к преподавателю.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также на изучение дополнительной литературы (пособий, журналов, публикаций и т.д.) Для успешной работы студент использует список литературы, рекомендуемый преподавателем, а также может самостоятельно получать дополнительную информацию, изучая журнальные статьи и пользуясь возможностями интернета.

Практические и лабораторные занятия реализуются в форме практической подготовки.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями



здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика специализация Биоинженерия и биоинформатика, Рабочая программа дисциплины «Кинетика и термодинамика биологических процессов», год набора 2026, очная форма обучения, принята:

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 8 от 27.02.2026

Председатель Ученого совета
биологического факультета согласовано

Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры радиационной биологии

Протокол заседания № 7 от 20.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

А.В. Аклеев

Автор (составитель)

Е.А. Шишкина

Структура рабочей программы дисциплины соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО от 27.04.2022 № 291-1.