

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.07.2026 12:58:10  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323



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

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Кинетика и термодинамика биологических процессов" специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине  
(модулю)  
**Кинетика и термодинамика биологических процессов**

Специальность  
**06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика**

Специализация  
**Биоинженерия и биоинформатика**

Присваиваемая квалификация  
**Биоинженер и биоинформатик**

Форма обучения  
**очная**

**Год набора 2026**

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Специальность:** 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика.

**Специализация:** Биоинженерия и биоинформатика.

**Дисциплина:** Кинетика и термодинамика биологических процессов.

**Семестр изучения:** 6.

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержания компетенций согласно ФГОС	Коды и содержания индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b>	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	<b>ПК-1.1</b> Использует базовые принципы планирования научных исследований и правила техники безопасности при работе с исследовательской аппаратурой в области биоинженерии и биоинформатики <b>ПК-1.2</b> Анализирует нормативные документы, регламентирующие организацию и	<b>Для достижения ПК-1.1 знать:</b> 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. <b>Для достижения</b>



		<p>методику проведения научно-исследовательских и производственно-технологических работ в области биоинженерии биоинформатики</p> <p><b>ПК-1.3</b> Планирует организацию и проведение научных исследований по актуальным биомедицинским проблемам</p> <p><b>ПК-1.4</b> Использует профессиональные умения и навыки в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций</p>	<p><b>ПК-1.2 знать:</b> основные проблемы и задачи решаемые в рамках дисциплины; математическое описание биокинетических процессов; понятие основного обмена, использование радиоактивных меток в биомедицинских исследованиях.</p> <p><b>Для достижения ПК-1.4 знать:</b> принципы работы в специализированных и основных пакетах компьютерных программ для обработки экспериментальных данных и биокинетического моделирования.</p> <p><b>Для достижения ПК-1.1 уметь:</b> рассчитывать термодинамические потенциалы химических реакций и фазовых</p>
--	--	---	---



			<p>переходов, решать задачи; оставлять графы биокинетических процессов, составлять системы дифференциальных уравнений переноса, уметь использовать компьютерные технологии для решения дифференциальных биокинетических уравнений.</p> <p><b>Для достижения ПК-1.3 уметь:</b> качественно выполнять контрольные задания, предусмотренные дисциплиной; анализировать и обрабатывать экспериментальные данные.</p> <p><b>Для достижения ПК-1.4 уметь:</b> обрабатывать достаточные объемы информации и литературные</p>
--	--	--	---



			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. <b>Для достижения ПК-1.2 владеть:</b> навыками самообразования, работы с учебной и научной литературой.
--	--	--	--

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые разделы	Наименование оценочного средства для	Наименование оценочного средства для промежуточн
---	------------------------	--------------------------------------	--



		текущего контроля	ой аттестации
<p>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.</p> <p>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.</p>	<p>1. Введение в кинетику и термодинамику. 2. Термодинамическ ие функции систем. 3. Термодинамическ ое равновесие, стационарное состояние, гомеостаз. Теорема Пригожина. 4. Закономерности циркуляции макро и микроэлементов в организме. 5. Константы скорости и порядок реакций. 6. Кинетика клеточной гибели. 7. Квантаво- механические основы биоэнергетики. 8. Электронная схема жизни.</p>	<p>Контрольная работа, отчет по лаборатор- ной работе</p>	<p>Итоговое тестирование №1-36</p>



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



<p>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. Для достижения ПК-1.2 владеть: навыками самообразования, работы с учебной и научной литературой.</p>			
---	--	--	--

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе по дисциплине.



Полные комплекты оценочных средств контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре и являются учебно-методическими материалами ограниченного (конфиденциального) пользования.

### **3.2 Содержание оценочных средств для промежуточной аттестации**

Оценочные средства промежуточной аттестации по дисциплине «Кинетика и термодинамика биологических процессов» представлены перечнем вопросов для итогового тестирования: вопросы с одним вариантом ответа, вопросы с несколькими правильными ответами, вопросы на сопоставление, вопросы с открытым ответом.

#### **3.1.1 Итоговое тестирование**

(правильные ответы отмечены знаком +)

**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)

2) замкнутость (1) или открытость (2); (2)

3) равновесность (1), квазистационарность (2) или неравновесность (3). (2)

**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 Цельсия. (+)

2) минимальная скорость метаболизма, обеспечивающая нормальную жизнедеятельность в условиях относительного физического и психического покоя при температуре окружающей среды 20 °С Цельсия.

3) количеством тепла, вырабатываемое единицей массы человеческого тела в сутки в условиях относительного физического и психического покоя при температуре окружающей среды 20 °С Цельсия.



4) энергитические затраты на поддержание нормальной жизнедеятельности организма в бодрствующем состоянии в условиях относительного физического и психического покоя при температуре окружающей среды 20 °Цельсия.

**8. В каких единицах измеряют уровень основного обмена?**

- 1) ккал/ день (+)
- 2) ккал/(ч\*кг) (+)
- 3) ккал/(ч\*см<sup>2</sup>) (+)
- 4) ккал/(м<sup>2</sup>)

**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 (площади поверхности тела) на (затраты энергии теплокровными животными).**



**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):**

<i>Пойкилотермия</i>	<i>Гетеротермия</i>	<i>Гомойотермия</i>
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 изотермических процессов ( $V = \text{const}$  и  $T = \text{const}$ )? (*энергия Гельмгольца*).**

**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, (*минимальное значение*).

**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 (0,8; 0,7; 1)**

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

**24. Укажите диапазоны температур, при которых обитают:**

- 1) Криофилы или психрофилы ( $<10^{\circ}\text{C}$ );
- 2) Мезофилы ( $20 - 45^{\circ}\text{C}$ );
- 3) Термофилы ( $>45^{\circ}\text{C}$ ).

**25. Организмы, для жизни которых требуются условия, ограниченные узким диапазоном толерантности по какому-либо лимитирующему фактору, называются \_ (*стенотермными*), а способные жить в их широком диапазоне - (*эвритермные*).**

**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 (+)  
(*твердый панцирь черепах; у бабочек ротовой орган - свёрнутый спиралью хоботок, чтобы доставать нектар из глубины цветков*)
- 2) Физиологическая адаптация (+)  
(*запах цветка может служить для привлечения насекомых и тем самым способствовать опылению растения*)
- 3) Мимикрия
- 4) Поведенческая адаптация (+) (*зимний сон у медведя*)



**29. Выберите правильные утверждения (для человека)?**

- 1) В норме температура ступней и кистей рук составляет  $28^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) В норме внутричерепная температура и температура в брюшной полости человека составляет  $37^{\circ}\text{C}$ ; (+);
- 3) При переохлаждении сужаются периферические сосуды, мышцы сокращаются, возникает дрожание (+);
- 4) При перегреве тела внутричерепная температура и температура в брюшной полости человека поднимаются до  $37^{\circ}\text{C}$ .

**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 ( $41,6^{\circ}\text{C}$ )**

**32. Критической температурой тела человека, обуславливающей гипотермическую остановку кровотока, является ( $20-25^{\circ}\text{C}$ )**

**33. Перечислите основные типы распределения химических элементов и соединений в организме:**

- 1) (*Равномерно распределенные*)
- 2) (*Остеотропные*)
- 3) (*Ретикулоэндотелиальные*)
- 4) (*Локальные: тиреоидные, накапливающиеся в хрусталике глаза и др.*)

**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 десятими 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.

## **1. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **1.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

В рамках **текущего контроля** в течение семестра для оценки знаний, умений, навыков, получаемых в ходе изучения дисциплины, учитывается (текущая аттестация) написание контрольных работ, коллективное выполнение лабораторных работ, формулировка выводов и ответы на контрольные вопросы, подготовка индивидуальных отчетов по лабораторной работе.

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончании учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая: текущую успеваемость в течение семестра (написание контрольных работ, коллективное выполнение лабораторных работ, формулировка выводов и ответы на контрольные вопросы, подготовка индивидуальных отчетов по лабораторной работе), выполнение тестовых заданий итогового тестирования. Кроме того, экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы.



Промежуточная аттестация проводится в форме письменного тестирования. Билет содержит 36 тестовых заданий. На выполнение заданий отводится 2 академических часа.

## 1.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

### 1.2.1. Критерии оценивания итогового теста

Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Набранная сумма баллов (%выполненных заданий) (максимум – 100)	Менее 60	60-75	76-85	86-100
Оценка	Незачтено	Зачтено		
Набранная сумма баллов (%выполненных заданий) (максимум – 100)	Менее 60	60-100		

## 1.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания.

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.



### Требования (критериальные показатели) к уровню освоения дисциплины

Результаты зачета	Требования к знаниям
<b>Зачтено</b>	<p>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.</p> <p>Допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора.</p> <p>Учитывается участие в дискуссиях на практических и семинарских занятиях, уровень ответов на контрольные вопросы, написания тестовых заданий и защита докладов.</p>
<b>Не зачтено</b>	<p>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.</p>



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.



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

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) "Кинетика и термодинамика биологических процессов" специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика специализации Биотехнология и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Стр. 21

**06.05.01 Биотехнология и биоинформатика, специализация Биотехнология и биоинформатика, фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Кинетика и термодинамика биологических процессов», год набора 2026, очная форма обучения**

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 фонда оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО от 27.09.2022 № 573-1 «Об утверждении положения ФОС по ОП ВО в ФГБОУ ВО ЧелГУ»**