

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 16.06.2026 11:40:40 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f5b6cb77a486b9a8788b8522525	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Биофизика сложных систем" по направлению подготовки (специальности) 06.04.01 "Биология" направленности (профилю) Радиационная биология ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	--	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Биофизика сложных систем**

Направление подготовки (специальность)

06.04.01 Биология

Направленность (профиль)

Радиационная биология

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

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

Целью дисциплины «Биофизика сложных систем» является получение базовых знаний о методологии и методах исследования кинетики и динамики биопроцессов, присущих сложным системам.

В процессе изучения дисциплины магистры решают следующие задачи:

1. в систематизированной форме усваивают представления о структуре биологических объектов как сложных систем;

2. получают представление о разделах современной биофизики сложных систем,

3. осваивают математический инструментарий исследования сложных систем.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-1.1. Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументировано формулирует собственные суждения и оценки.

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации.

ПК-2.4. Применяет: методы математического анализа, методы статистической обработки результатов наблюдений, методы планирования эксперимента; принципы построения математических моделей доза-эффект.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.01

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

необходимы базовые знания по общей биологии, физике, математическому анализу и статистике

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

научно-исследовательская практика магистров;

научно-исследовательская работа

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

#### УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

##### Знать:

Для достижения индикатора УК-1.1: существующие информационные ресурсы

Для достижения индикатора УК-1.2: принципы метаанализа

##### Уметь:

Для достижения индикатора УК-1.1: формулировать информационный запрос в поисковых базах данных, составлять библиографические запросы

Для достижения индикатора УК-1.2: систематизировать и обобщать информацию; обрабатывать достаточные объемы информации, критично относиться к полученным источникам информации, анализировать и выделять наиболее значимые проблемы, аргументировать свои позиции, строить логически обоснованные выводы, вести диалог с оппонентами в рамках дебатов

##### Владеть:

Для достижения индикатора УК-1.1: навыками работы в электронных базах данных

Для достижения индикатора УК-1.2: навыками поиска и обработки специализированной литературы

#### ПК-2: Способен использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов радиобиологических дисциплин

##### Знать:

Для достижения индикатора ПК-2.4: основные положения, термины и понятия биофизики сложных систем; базовые экспериментальные методы для получения информации о функционировании сложных систем

##### Уметь:

Для достижения индикатора ПК-2.4: применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в научных исследованиях; использовать компьютерные методы работы с большими объемами данных;



производить статистический анализ информации, оформлять результаты научного исследования

**Владеть:**

Для достижения индикатора ПК-2.4: навыками сбора и обработки научной информации; современными информационными системами и технологиями основами фрактального анализа, анализа фазовых портретов системы, информационными критериями и самообучающимися методами моделирования

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	основные положения, термины и понятия биофизики сложных систем
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	применять современные информационные технологии для поиска и обработки информации в научных исследованиях; использовать компьютерные методы работы с большими объемами данных; производить статистический анализ информации, оформлять результаты научного исследования
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	навыками сбора и обработки научной информации; современными информационными системами и технологиями основами фрактального анализа, анализа фазовых портретов системы, информационными критериями и самообучающимися методами моделирования

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 39,8 : контактная работа: 32,2 ИКР: 0,2	Виды контроля в семестрах:  зачеты 1

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. 1. Сложные системы</b>			
1.1	Понятие сложных систем. Основные положения общей теории сложных систем /Лек/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2
1.2	Фазовые траектории как инструмент описания динамики сложных систем /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2
1.3	Построение фазовых траекторий неравновесных процессов (в форме практической подготовки) /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2
1.4	Системные свойства биологических объектов /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2
1.5	Построение фазовых траекторий равновесных процессов (в форме практической подготовки) /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2
1.6	Самоорганизация и эволюция /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2
1.7	Механизмы приспособления и адаптации /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2
	<b>Раздел 2. 2. Вычислительная и системная биология</b>			



2.1	Понятие системной биологии, ее методология /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э4
2.2	Основные источники информации в системной биологии /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э4
2.3	Базы данных, первичный анализ и обработка данных (в форме практической подготовки) /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э4
2.4	Регуляторные сети (биологические, трофические, нейронные). /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э4
2.5	Примеры описания генетической регуляции /Ср/	1	5,1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э4
<b>Раздел 3. 3. Экологическое моделирование</b>				
3.1	Моделирование экологических систем и процессов /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
3.2	Динамические модели радиоактивного загрязнения окружающей среды (в форме практической подготовки) /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
3.3	Стохастические модели миграций радионуклидов по пищевым цепочкам (в форме практической подготовки) /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
3.4	Динамические модели взаимодействия популяций /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
3.5	Глобальные климатические модели /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
<b>Раздел 4. 4. Молекулярное моделирование</b>				
4.1	Фрактальная геометрия как инструмент исследований и моделирования /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э3 Э5
4.2	Геометрическое моделирование молекул в микродозиметрии (в форме практической подготовки) /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э3 Э5
4.3	Зависимость биологической активности молекул от их пространственной структуры /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э3 Э5
4.4	Средства визуализации данных и молекулярная графика /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э3 Э5
<b>Раздел 5. 5. Медицинская и радиационная биофизика</b>				
5.1	Информация и регулирование в биологических системах, нарушения основных биофизических процессов при патологии /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э4
5.2	Вклад системной биологии в развитие молекулярной медицины /Пр/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э4
5.3	Лучевые поражения и механизмы ослабления или усиления первичных лучевых реакций /Пр/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э4



5.4	Биофизические приборы и методы современной медицины /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э4
5.5	Функционирование репаративных систем клетки при радиационном воздействии /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э4
5.6	Степень специфичности ответной реакции биологических систем на радиационное воздействие /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э4
5.7	Кибернетика в физиологии /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э4
<b>Раздел 6. 6. Анализ и моделирование когнитивных и самоорганизующихся систем</b>				
6.1	Когнитивное моделирование и нейросети /Лек/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
6.2	Составление и использование когнитивных карт /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
6.3	Фрактальный анализ /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
6.4	Принципы кибернетики и синергетики при объяснении самоорганизующихся систем и процесса самоорганизации /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
6.5	Когнитивные сети в современных молекулярно-генетических исследованиях /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
6.6	Использование нейросетей как метода медико-биологических исследований /Ср/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
6.7	Человеческий интеллект, его модели /Ср/	1	3,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
6.8	Internet и перспективы когнитивного моделирования /Ср/	1	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2 Э3
<b>Раздел 7. 7. Иная контактная работа</b>				
7.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	1	0,2	

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Доклад с презентацией, фронтальный опрос, решение задач, отчет по лабораторным работам, контрольные вопросы к лабораторным работам, зачет.

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерный перечень вопросов для фронтального поименного опроса:

1. Понятие сложных систем.
2. Общая теория систем
3. Биологические объекты как сложные системы
4. Подразделы "Биофизики сложных систем"
5. Системная и вычислительная биология
6. Информационные ресурсы для системной биологии
7. Информационный подход к исследованиям, информационные критерии
8. Экологическое моделирование



9. Динамические модели
10. Самоорганизация
11. Фракталы. Фрактальный анализ
12. Молекулярное моделирование
13. Трехмерное моделирование в медицинской радиологии
14. Биодозиметрия в медицине
15. Когнитивное моделирование
16. Нейросети

Примерный перечень задач для решения:

Задача: построить фазовую траекторию математического маятника с учетом трения (модель открытой диссипативной системы)

Задание: оценить фрактальные размерности 10 произвольных изображений биологических объектов разного уровня организации

Примерный перечень вопросов к докладам с презентацией:

1. Фракталы.
2. Нейросети.
3. Динамические модели.
4. Биофизические приборы.

Структура отчета по лабораторной работе

Работа № 1-2 Название (построение фазовой траектории идеального математического маятника (модель консервативной системы); построение фазовой траектории математического маятника с учетом трения (модель открытой диссипативной системы))

Цель:

обоснование проведения работы, предмет исследования;

Материалы и методы:

объекты исследования, первичные данные, компьютерные программы

Ход работы:

описывается пошаговый алгоритм работы;

Результаты:

1. Реализация модели математического маятника и расчет мгновенных значений высоты отклонения и импульса в разные моменты времени;
2. Построение фазовой траектории;

Выводы:

Описание особенностей фазовой траектории с точки зрения стационарности.

Ответы на дополнительные вопросы (из контрольных вопросов по разделам)

Контрольные вопросы по лабораторной работе

1. Что называется фазовой траекторией?
2. В чем отличие между фазовыми траекториями консервативной и диссипативной системы?
3. Можно ли считать полученную траекторию устойчивой?
4. В чем смысл критерия устойчивости по Ляпунову?

Работа № 3 Название (Расчет фрактальных размерностей изображений биологических объектов)

Цель:

обоснование проведения работы, предмет исследования;

Материалы и методы:

объекты исследования, первичные данные, компьютерные программы

Ход работы:

описывается пошаговый алгоритм работы;

Результаты:

1. Визуальная (экспертная) оценка наличия фрактальности для 10-ти изображений;
2. Анализ тех-же изображений с использованием различных программных инструментов (оценка фрактальной размерности ее погрешность);
3. Анализ соответствия оценок, полученных разными инструментами;
4. Сопоставление математически-обоснованных оценок с визуальными (интуитивными).

Выводы:

Описание обнаруженных фрактальных размерностей у различных биологических объектов. Показана контринтуитивность фрактальности, что говорит о необходимости использовать математический аппарат.



Примерный перечень контрольные вопросы по лабораторной работе

- a. Что называется фракталами?
- b. Почему фрактальность является свойством сложных систем?
- c. Где в природе встречаются фракталы?
- d. Каковы основные свойства фрактальных объектов?
- e. Каков принцип расчета фрактальных размерностей?

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету:

1. Что называется фракталами?
2. Почему фрактальность является свойством сложных систем?
3. Где в природе встречаются фракталы?
4. Каковы основные свойства фрактальных объектов?
5. Каков принцип расчета фрактальных размерностей?
6. Построить фазовую траекторию идеального математического маятника (модель консервативной системы).
7. Построить фазовую траекторию математического маятника с учетом трения (модель открытой диссипативной системы).
8. Рассчитать фрактальную размерность изображений биологических объектов.

### 6.4. Критерии оценивания

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.

Критерии оценивания задач:

Задача: правильно решена и грамотно оформлена задача – 5; ошибки в оформлении при правильном решении – 4; ошибки в расчетах при правильном формализме – 3; неправильный подход к решению – 2.

Задание: корректное выполнение, корректный статистический анализ, правильное оформление и устное объяснение, демонстрирующее понимание проблемы – 5; ошибки в оформлении – 4; отдельные ошибки при выполнении работы - 3; некорректно выполненная работа и/или непонимание материала – 2.

Зачет: владение теоретическим материалом, полнота и аргументированность устных ответов, их структурированность – 5; плохая структурированность ответа, непоследовательность – 4; неполнота ответа – 3; не владение материалом – 2.

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

Зачет ставится на основе защиты лабораторных работ и ответов на вопросы к зачету.

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.

## 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	Дробчик Т. Ю., Золотарев М. Л., Невзоров Б. П., Поплавной А. С.	Концепции современного естествознания: учебное пособие: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=278349">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=278349</a> )	Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014	ЭБС
Л1.2	Френкель Е. Н.	Концепции современного естествознания: физические, химические и биологические концепции: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271592">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271592</a> )	Ростов-на-Дону : Феникс, 2014	ЭБС



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.3	Кудряшов Ю. Б., Рубин А. Б.	Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные излучения: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275552">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275552</a> )	Москва : Физматлит, 2014	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Волькенштейн М. В.	Биофизика: учебное пособие	Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012	

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	1. Национальный центр биотехнологической информации <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov">www.ncbi.nlm.nih.gov</a>
Э2	2. Bioinformatics <a href="http://www.Oup.co.uk/journals">http://www.Oup.co.uk/journals</a>
Э3	3. Biological Cybernetics <a href="http://link.springer.de/link/service/journals/00422/index.htm">http://link.springer.de/link/service/journals/00422/index.htm</a>
Э4	4. BIOSIS Previews <a href="http://www.library.ubc.ca">http://www.library.ubc.ca</a> .
Э5	5. GenBank <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/</a>

#### 7.3 Перечень информационных технологий

##### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader
Java Development Kit
Python
R
Spyder

##### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Национальный центр биотехнологической информации <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov">www.ncbi.nlm.nih.gov</a>
2. Bioinformatics <a href="http://www.Oup.co.uk/journals">http://www.Oup.co.uk/journals</a>
3. Biological Cybernetics <a href="http://link.springer.de/link/service/journals/00422/index.htm">http://link.springer.de/link/service/journals/00422/index.htm</a>
4. BIOSIS Previews <a href="http://www.library.ubc.ca">http://www.library.ubc.ca</a> .
5. In Silico Biology <a href="http://www.bioinfo.de/isb/">http://www.bioinfo.de/isb/</a> .
6. GenBank <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/</a>
7. Genethon <a href="http://www.genethon.fr/en/">http://www.genethon.fr/en/</a>
8. RUSSCI Russian Scientific News <a href="http://www.informnauka.ru/">http://www.informnauka.ru/</a>
9. The Bioinformers <a href="http://bioinformers.ebi.ac.uk">http://bioinformers.ebi.ac.uk</a>
10. TIGR <a href="http://www.tigr.org">www.tigr.org</a>
11. Научная библиотека Челябинского государственного университета [Электронный ресурс] : [сайт] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [2001-]. – Режим доступа: <a href="http://www.lib.csu.ru/">http://www.lib.csu.ru/</a> , свободный. – Загл. с экрана (Дата обращения: 18.10.2018).
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека [научной периодики на русском языке]. — Москва, [1999-]. - Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> (Дата обращения: 18.10.2018).

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях следующих типов:

Проведение лекционных и практических занятий осуществляется в учебной аудитории вместимостью не менее 15 человек. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью (учебные столы со стульями) и техническими средствами обучения (проектором, проекционным экраном и компьютером для демонстрации презентаций).



Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в виде слайд-презентации:

1. Сложные системы
2. Вычислительная и системная биология
3. Экологическое моделирование
4. Молекулярное моделирование
5. Медицинская и радиационная биофизика
6. Анализ и моделирование когнитивных и самоорганизующихся систем

Для проведения занятий в форме практической подготовки используются учебные лаборатории ФГБОУ ВО «ЧелГУ», оснащенные специальным оборудованием, либо помещения и оборудование профильных организаций на основании заключенных долгосрочных договоров о практической подготовке обучающихся при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Для наиболее эффективного достижения результата изучения дисциплины «Биофизика сложных систем» студент должен не только исправно посещать лекции, но и усваивать лекционный материал, а также информацию, получаемую на семинарских занятиях. 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.

Зачет проставляется по итогам собеседования (вопросы приведены в разделе 6.3) и защиты лабораторных работ.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление знаний, полученных на аудиторных занятиях, а также на изучение дополнительной литературы (пособий, журналов, публикаций и т.д.) Самостоятельная работа студентов включает в себя самостоятельное изучение тем и вопросов, не вошедших в лекционный курс, но необходимых для усвоения дисциплины. Для успешной работы студент использует список литературы, рекомендуемый преподавателем, а также может самостоятельно получать дополнительную информацию, изучая журнальные статьи и пользуясь возможностями интернета.

Практические 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.

**06.04.01 Направление подготовки Биология, направленность (профиль)  
Радиационная биология, РПД «Биофизика сложных систем», 2026 год набора,  
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 рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО  
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**