

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор Биологического института  
Д.С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

**Биофизика**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Биология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
Д.С. Воробьев

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

**Оценочные материалы дисциплины (ОМД)** являются элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ОМД разрабатываются в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включают в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### 1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ОПК-2 – Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ИОПК-2.1. Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем	ОР-ИОПК 2.1.1. Знает принципы структурно-функциональной организации живых систем	Не знает принципов структурно-функциональной организации живых систем	Знает принципы структурно-функциональной организации живых систем, допуская несущественные ошибки.	Знает принципы структурно-функциональной организации живых систем, допуская незначительные ошибки.	Квалифицированно и безошибочно демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем
	ИОПК-2.2. Использует физиологические,	ОР-ИОПК 2.2.1. Владеет физиологически,	Не владеет физиологическими, цитологическ	Владеет физиологическими, цитологиче	Владеет физиологическими, цитологическ	Владеет физиологическими, цитологическ

цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	цитологическими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	скими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания, допуская несущественные ошибки.	ими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания, допуская незначительные ошибки.	ими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания
---	--	--	---	---	--

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1	Введение в биофизику. Кинетика и динамика биологических процессов. Определение стационарного состояния. Качественный анализ динамики систем. Термодинамика биологических процессов, общие определения	ОР-ИОПК 2.1.1. Знает принципы структурно-функциональной организации живых систем ОР-ИОПК 2.2.1. Владеет физиологическими, цитологическими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	Вопросы и темы практических и семинарских занятий. Отчет о выполнении практического занятия. Ситуационные задачи.
2	Элементы молекулярной биофизики. Общая характеристика основных структурных элементов мембран. Электрохимический потенциал. Энергопреобразующие мембраны, трансформация энергии на биомембранах.	ОР-ИОПК 2.1.1. Знает принципы структурно-функциональной организации живых систем ОР-ИОПК 2.2.1. Владеет физиологическими, цитологическими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	Вопросы и темы практических и семинарских занятий. Отчет о выполнении практического занятия. Ситуационные задачи.
3	Сенсорные системы, рецепторы. Сократительные системы как одна из форм биологической подвижности	ОР-ИОПК 2.1.1. Знает принципы структурно-функциональной организации живых систем ОР-ИОПК 2.2.1. Владеет физиологическими, цитологическими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	Вопросы и темы практических и семинарских занятий. Отчет о выполнении практического занятия. Ситуационные задачи.

4	Основные фотобиологические процессы и их стадии формирования. Основы радиационной биофизики	ОР-ИОПК 2.1.1. Знает принципы структурно-функциональной организации живых систем ОР-ИОПК 2.2.1. Владеет физиологическими, цитологическими, биохимическими, биофизическими методами анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	Вопросы и темы практических и семинарских занятий. Отчет о выполнении практического занятия. Ситуационные задачи.
---	---	---	---

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

#### 3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине. Вопросы для самостоятельной работы:

1. Простейшая модель ферментативного процесса (стационарная кинетика), вывод уравнения М-М.
2. Модели динамики популяций (Мальтуса, Ферхюльста, Вольтерра). Качественный анализ динамики открытых систем методом фазовой плоскости.
3. Типы особой точки и типы динамического поведения систем. Предельные циклы. Триггерные системы.
4. Экспериментальное определения величины энергии активации. Физический смысл членов интегрального уравнения Аррениуса. Теория абсолютных скоростей реакций Эйринга. Активированное состояние и активированные комплексы. Вывод уравнения Эйринга, смысл множителей уравнения.
5. II закон т.д. применительно к открытым системам (постулат Пригожина и уравнение Пригожина). II закон и развитие живых систем. Условие достижения стационарного состояния в открытых системах (теорема Пригожина).
6. Понятие диссипативных структур, условия их возникновения и поддержания. Моделирование диссипативных структур. Распределённые биологические системы, модель Тьюринга. Самоорганизация в биологических средах.
7. Силы внутримолекулярного взаимодействия, обеспечивающие организацию биополимеров. Природа гидрофобного взаимодействия, роль воды в нём.
8. Транспорт через биомембраны. Перенос веществ по механизмам простой и облегченной диффузии. Проницаемость и проводимость биомембран.
9. Вывод уравнения Нернста для определения равновесного ионного потенциала. Равновесие Доннана.
10. Ионные потоки через мембрану и их соотношение. Принцип независимости Уссинга. Потенциал покоя и потенциал действия, ионные механизмы, лежащие в их основе.
11. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Активация и инактивация ионных каналов, воротные токи.
12. Окислительное фосфорилирование, локализация и структура цепей транспорта электронов. Механизм окислительного фосфорилирования в митохондриях с точки зрения хемиосмотической теории. Строение и функции векторной  $H^+$ -АТФазы.
13. Термогенная функция митохондрий. Бактериородопсин как фотоэлектрический генератор, фотофосфорилирование у галобактерий.
14. Зрительные пигменты, фотопревращения родопсина, генерация фоторецепторных потенциалов. Механизм усиления световых сигналов.

- 15 Механорецепция, типы механорецепторов кожи. Терморецепция, типы рецепторов, ионный механизм формирования терморецепторных потенциалов.
- 16 Акустическая рецепция, механизм формирования рецепторного потенциала, кодирование звуковой информации.
17. Внешняя хеморецепция. Классификация запахов и механизм их восприятия. Восприятие вкусовых качеств, молекулярный механизм.
18. Клеточная рецепция молекулярных сигналов.
- 19 Молекулярная структура и механизм подвижности белковых компонентов сократительного аппарата скелетных мышц. Режимы сокращения мышц, скользящая модель сокращения Хаксли.
- 20 Механические характеристики мышц. Стационарное уравнение Хилла. Термодинамические и мощностные характеристики мышц.
21. Квантовый механизм фотовозбуждения молекул и основные схемы дезактивации.
22. Биохемилюминесценция, примеры её реализации. Миграция энергии возбуждения.
23. Количественные оценки протекания фотохимических процессов, основные типы фотохимических превращений, характерных для биосистем.
24. Действие УФ-света на нуклеиновые кислоты, фотореактивания и фотозащита клеток. Влияние УФ-облучения на белки, липиды и биомембраны
25. Механизмы поглощения энергии рентгеновского излучения и гамма-излучения. Механизм поглощения энергии нейтронов и заряженных частиц.
27. Принцип попадания, концепция мишеней. Формализация одноударного действия. Зависимость биологического эффекта ионизирующей радиации от величины поглощенной дозы (одноударное и многоударное действие).
28. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток, механизмы их формирования. Роль модифицирующих агентов в радиационном поражении. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы.
29. Сравнительная радиочувствительность организмов. Поражаемость организмов в зависимости от дозы облучения.

#### **Темы коллоквиумов:**

1. «Кинетика биологических процессов
2. Термодинамика биологических процессов. Основы молекулярной биофизики
3. Мембранный транспорт и биоэлектrogenез
4. Биофизика фотобиологических процессов

#### **Образцы задач, решаемых на семинарских занятиях**

- В реакции нулевого порядка за одну секунду прореагировало 0.01 моль вещества. Какое количество вещества прореагирует за десять секунд?
- Определите изменение энтропии в процессе таяния 1 моля льда.
- Объясните, почему энергия кулоновского взаимодействия между двумя заряженными сегментами в молекуле биополимера обратно пропорциональна расстоянию между ними.
- Какой максимальный концентрационный градиент ионов кальция может быть достигнут при его активном выкачивании из клетки?
- Рассчитайте равновесный потенциал митохондрий при стандартном значении температуры, если в матриксе  $pH=9.0$ , а в межмембранном пространстве  $pH=7.0$ .
- Какие минорные белки играют ключевую роль в  $Ca^{2+}$  - зависимой регуляции сокращения скелетных мышц?

- Объясните механизм усиления слабых сигналов в рецепторных клетках.
- Чему равен молярный коэффициент экстинкции, если после прохождения через раствор с 0.5 моля вещества в кювете толщиной 0.3 см интенсивность света уменьшилась в 10 раз.

### **3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине/модулю/практике**

#### **Вопросы к экзамену по курсу «Биофизиках»**

Понятие стационарного состояния, сходство и различие его с равновесным. Саморегуляция в открытых системах. Устойчивость стационарных состояний, графическая интерпретация и аналитический критерий.

Моделирование биологических процессов. Цели моделирования в биофизике. Математическое моделирование. Редукции моделей. Основные понятия химической кинетики, используемые при математическом моделировании биологических процессов. Простейшая модель ферментативного процесса (стационарная кинетика), вывод уравнения М-М. Модели динамики популяций (Мальтуса, Ферхюльста, Вольтерра). Специфика биокинетики.

Качественный анализ динамики открытых систем методом фазовой плоскости. Понятие изображающей точки, фазовой плоскости, фазовой траектории, фазового портрета, особой точки. Типы особой точки и типы динамического поведения систем. Предельные циклы. Триггерные системы.

Влияние температуры на скорость протекания химических и биологических процессов. Формализация температурных зависимостей уравнениями Вант-Гоффа и Аррениуса. Экспериментальное определение величины энергии активации. Физический смысл членов интегрального уравнения Аррениуса. Теория абсолютных скоростей реакций Эйринга. Активированное состояние и активированные комплексы. Вывод уравнения Эйринга, смысл сомножителей уравнения. Недостатки теории Эйринга при использовании для анализа биологических процессов.

Возможности термодинамики в анализе биологических процессов. Классификация термодинамических систем и процессов. Первый закон т.д. и его приложимость для анализа биосистем. Второй закон термодинамики, понятие энтропии. "Объединение" I и II законов термодинамики. Понятие свободной энергии, расчёт величины свободной энергии Гиббса для биохимических процессов. Эволюция состояния изолированных систем.

II закон т.д. применительно к открытым системам (постулат Пригожина и уравнение Пригожина). II закон и развитие живых систем. Условие достижения стационарного состояния в открытых системах (теорема Пригожина). Силы и потоки в открытых системах. Линейные соотношения между силами и потоками, феноменологические уравнения Онзагера. Критерии сопряжённости процессов, границы применимости линейной т.д. в биологии.

Термодинамика систем вдали от равновесия. Принцип локального равновесия, его применимость. Понятие диссипативных структур, условия их возникновения и поддержания. Моделирование диссипативных структур. Распределённые биологические системы, модель Тьюринга. Самоорганизация в биологических средах. Хаотическая динамика, понятие детерминированного хаоса.

Макромолекула биополимера как основа организации биоструктур. Силы внутримолекулярного взаимодействия, обеспечивающие организацию биополимеров. Природа

гидрофобного взаимодействия, роль воды в нём. Молекулярная динамика биополимеров и методы её изучения. Термодинамический анализ уравнения Эйринга применительно к задачам функционирования ферментов. Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Концепция «белок-машина».

Мембрана как универсальный компонент биосистем. Общая характеристика основных структурных элементов мембран. Двойной электрический слой. Транспорт через биомембраны. Перенос веществ по механизмам простой и облегченной диффузии. Модельные мембраны для изучения транспорта.

Понятие электрохимического потенциала. Вывод уравнения Нернста для определения равновесного ионного потенциала. Равновесие Доннана. Ионные потоки через мембрану и их соотношение. Принцип независимости Уссинга. Проницаемость и проводимость биомембран. Потенциал покоя и потенциал действия, ионные механизмы, лежащие в их основе. Участие АТФ-аз в активном транспорте ионов через мембраны (на примере Na-насоса). Общая структура ионных каналов биомембран, энергетические профили каналов. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Активация и инактивация ионных каналов, воротные токи.

Механизм распространения возбуждения (проведения нервных импульсов - ПД) по миелиновым и немиелиновым нервным волокнам. Скорость распространения возбуждения по нервным волокнам. Эволюционно отобранные способы увеличения скорости проведения возбуждения.

Энергопреобразующие мембраны, трансформация энергии на биомембранах, фосфорилирование. Структура и энергозапасяющие свойства АТФ. Окислительно - восстановительные потенциалы в биосистемах. Окислительное фосфорилирование, локализация и структура цепей транспорта электронов. Механизм окислительного фосфорилирования в митохондриях с точки зрения хемиосмотической теории. Строение и функции векторной  $H^+$ -АТФазы. Основные следствия хемиосмотической теории и их экспериментальная проверка. Термогенная функция митохондрий. Бактериородопсин как фотоэлектрический генератор, фотофосфорилирование у галобактерий.

Сенсорные системы, рецепторы. Сопряжение между внешним стимулом и рецепторным потенциалом. Соотношения между интенсивностью стимула и эффективностью его восприятия. Фоторецепция. Зрительные пигменты, фотопревращения родопсина, генерация фоторецепторных потенциалов. Механизм усиления световых сигналов. Механорецепция, типы механорецепторов кожи. Терморецепция, типы рецепторов, ионный механизм формирования терморецепторных потенциалов. Акустическая рецепция, механизм формирования рецепторного потенциала, кодирование звуковой информации. Внешняя хеморецепция. Классификация запахов и механизм их восприятия. Восприятие вкусовых качеств, молекулярный механизм. Клеточная рецепция молекулярных сигналов.

Сократительные системы как одна из форм биологической подвижности. Механохимические преобразователи. Молекулярная структура и механизм подвижности белковых компонентов сократительного аппарата скелетных мышц. Режимы сокращения мышц, скользящая модель сокращения Хаксли. Запуск сокращения и преобразования энергии в скелетных мышцах. Механические характеристики мышц. Стационарное уравнение Хилла. Термодинамические и мощностные характеристики мышц.

Общая характеристика света как физического фактора, действующего на биосистемы. Основные фотобиологические процессы и стадии формирования их. Поглощение света растворами, основные закономерности поглощения. Квантовый механизм фотовозбуждения молекул и основные схемы дезактивации.

Флуоресценция, основные характеристики, законы Стокса и Вавилова. Интеркомбинационная конверсия в фотовозбуждённых молекулах, фосфоресценция. Биохемилюминесценция, примеры её реализации. Миграция энергии возбуждения. Фотохимические процессы и основные закономерности их реализации. Количественные оценки протекания фотохимических процессов, основные типы фотохимических превращений, характерных для биосистем. Спектры фотобиологического действия и их использование. Действие УФ-света на нуклеиновые кислоты, фотореактивания и фотозащита клеток. Влияние УФ-облучения на белки, липиды и биомембраны

Общая характеристика различных видов ионизирующей радиации. Принцип Гроттгуса. Единицы поглощенной дозы. Механизмы поглощения энергии рентгеновского излучения и гамма-излучения. Механизм поглощения энергии нейтронов и заряженных частиц. Относительная биологическая эффективность различных видов ионизирующей радиации. Принцип попадания, концепции мишеней. Формализация одноударного действия. Зависимость биологического эффекта ионизирующей радиации от величины поглощенной дозы (одноударное и многоударное действие). Прямое и не прямое действие ионизирующей радиации на биомолекулы. Радиолит воды и липидов. Радиотоксины. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток, механизмы их формирования. Роль модифицирующих агентов в радиационном поражении. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы. Синергизм. Сравнительная радиочувствительность организмов. Поражаемость организмов в зависимости от дозы облучения. Острая лучевая болезнь. Отдаленные последствия лучевого поражения

## **Примеры билетов к экзамену по дисциплине «Биофизика»**

### **Дисциплина Биофизика**

#### **Билет №2**

1. Термодинамика систем вдали от равновесного состояния. Принцип локального равновесия.
2. Модель Ходжкина-Хаксли для описания ионных токов через возбудимые мембраны. Активация, инактивация ионных каналов, воротные токи.
3. Миграция энергии возбуждения в молекулах биополимеров, механизмы миграции. Примеры миграции энергии фотовозбуждения в макромолекулах.

### **Дисциплина Биофизика**

#### **Билет № 6**

1. Модели биологических процессов триггерного типа. Силовое и параметрическое переключение состояния систем.
2. Структура воды и её роль в реализации гидрофобного взаимодействия в биологических структурах.
3. Клеточная рецепция молекул биологически активных соединений.

## **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

### **4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.**



Формирование каждого индикатора компетенции оценивается следующим образом:

1. Коллоквиум. Вопросы и темы практических и семинарских занятий.
2. Практические занятия. Отчет о выполнении практического занятия. Ситуационные задачи.

**Оценка выполнения практической работы** учитывает теоретическую подготовку по теме занятия, личный вклад в выполнение практического задания, соответствие полученных результатов цели задания, глубину анализа, полноту и качество выводов. Оценка осуществляется по 4-х балльной системе:

2 балла - 1) студент не приводит теоретические положения для выполнения работы, отсутствует формулировка цели работы и рабочей гипотезы; 2) работа выполняется методически не правильно, результаты, полученные при выполнении работы представлены неграмотно; 3) анализ результатов отсутствует; 4) формулировки выводов не соответствуют результатам; 5) оформление отчета не соответствует требованиям.

3 балла – 1) студент приводит теоретические положения для выполнения работы не полно, отсутствует формулировка цели работы и рабочей гипотезы; 2) работа выполняется методически правильно, но результаты, полученные при выполнении работы представлены неграмотно; 3) анализ результатов формальный, содержит ошибки или отсутствует; 4) выводы не соответствуют полученным результатам; 5) при оформлении отчета допущены ошибки.

4 балла – 1) студент приводит теоретические положения для выполнения работы, формулирует цель работы и рабочую гипотезу; 2) работа выполняется методически правильно, результаты, полученные при выполнении работы представлены грамотно в виде таблиц или графиков и соответствуют цели и рабочей гипотезе; 3) анализ результатов основан на сопоставлении полученных результатов и теоретических положений, но присутствуют незначительные ошибки; 4) выводы соответствуют цели и полученным результатам, но формулировки недостаточно четкие; 5) оформление отчета соответствует требованиям, но имеются недостатки.

5 баллов – 1) студент приводит теоретические положения для выполнения работы, грамотно формулирует цель работы и рабочую гипотезу; 2) работа выполняется методически правильно, результаты, полученные при выполнении работы представлены грамотно в виде таблиц или графиков и соответствуют цели и рабочей гипотезе; 3) анализ результатов основан на сопоставлении полученных результатов и теоретических положений; 4) выводы соответствуют цели и полученным результатам, сформулированы четко и грамотно; 5) оформление отчета соответствует требованиям.

**Оценка за решение ситуационных задач и коллоквиумы** учитывает теоретическую подготовку, выполнение всех шагов по получению правильного ответа, полноту ответа.

Оценка осуществляется по 4-х балльной системе:

2 балла – студент слабо подготовлен теоретически, не владеет основами о структуре и функциях организма, при изложении допускает грубые ошибки, не владеет специальной терминологией.

3 балла – студент слабо подготовлен теоретически, знания поверхностны, при решении задач может предложить шаги, направленные к правильному решению, но допускает ошибки и дает неправильный ответ; при использовании специальной терминологии допускает ошибки;

4 балла – студент хорошо подготовлен, устный ответ четко структурирован, последователен, ход решения задач в целом верный, но при изложении материала и в использовании специальной терминологии допускаются отдельные ошибки;

5 баллов – студент хорошо подготовлен, устный ответ четко структурирован, последователен, ход решения задач верный, ответ правильный и полный, хорошо владеет специальной терминологией.

#### **4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.**

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится в 7 семестре. Экзаменационная оценка по дисциплине состоит из оценки за самостоятельную работу, оценки за работу на практических и семинарских занятиях (текущий контроль), оценки, полученной на экзамене, что в совокупности отражает освоение студентом индикаторов ИОПК 2.1.1. и ИОПК 2.2.1.

##### **Оценка устного ответа (итоговый экзамен)**

Определяется как среднее арифметическое оценок, полученных в период изучения курса (выставляются за семестр и учитывают оценки, полученные на практических занятиях, при выполнении контрольных работ и на коллоквиумах) и оценки за устный ответ на экзамене.

**1 (нулевой уровень)** – студент не готов и не приступает к ответу;

**«Неудовлетворительно»** - студент имеет слабое представление о структуре и функциях организма, не знает механизмов регуляции физиологических функций, допускает грубые ошибки в ответе и при использовании специальной терминологии; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских и практических занятиях был пассивен, контрольные работы и коллоквиумы выполнял в основном с оценкой «2» или «3 балла».

**«Удовлетворительно»** - студент владеет лишь поверхностными знаниями о структуре и функциях организма, слабо представляет механизмы гомеостатической регуляции функций, слабо владеет специальной терминологией; в течение учебного года занимался посредственно, на семинарских и практических занятиях был недостаточно активен, контрольные работы и коллоквиумы выполнял в основном с оценкой «3 балла».

**«Хорошо»** - студент владеет хорошими знаниями о структуре и функциях организма, имеет четкое представление о механизмах гомеостатической регуляции функций, владеет специальной терминологией, но при ответе на вопросы билета допускает незначительные ошибки; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских и практических занятиях, при выполнении контрольных работ получал в основном «4 балла»;

**«Отлично»** - студент владеет отличными знаниями о структуре и функциях организма, имеет четкое представление о механизмах гомеостатической регуляции функций, владеет специальной терминологией, при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает ошибок, способен к анализу предложенных ситуаций; в течение учебного года студент полностью и успешно выполнил учебный план, активно работал на семинарских и практических занятиях, при выполнении контрольных работ получал в основном «5 баллов».

##### **Информация о разработчиках**

Профессор кафедры физиологии человека и животных, д.б.н., профессор Большаков Михаил Алексеевич