

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



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Сигнальные системы живых объектов ФТД.Б.1

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Биофизика)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Котов Н.В.

**Рецензент(ы):**

Даминов Р.В.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 644814

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Котов Н.В. , Nicolaj.Kotov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью курса "Сигнальные системы живых объектов" является формирование у студентов представлений об основных явлениях, понятиях, законах и методах сигнальных систем. В курсе излагаются основные закономерности структуры и механизмах работы сигнальных систем, изучаются биофизические свойства систем биомолекул на основе модельных представлений, даются понятия свойств белков, на которых базируется работа сложных сигнальных систем. Курс является составной частью курсов изучения живых объектов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.Б.1 Факультативы" основной образовательной программы 011800.62 Радиоп физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 3, 4 семестры.

Дисциплина "Сигнальные системы живых объектов" относится к разделу "Курсы кафедры" ФТД.Б.1 - факультатив. Курс предназначен для студентов 2 курса (3,4 семестр). Изложение дисциплины непосредственно базируется на знании студентами биологии, физики, математики, радиоэлектроники.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-21 (общекультурные компетенции)	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	владеть базовыми знания в области молекулярной биологии, понимать социальную значимость этих знаний, уметь прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности
Пк-1	способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	уметь работать с биологическими объектами в естественных и лабораторных условиях. Владеть знаниями о современной аппаратуре и методах ее эксплуатации, методами обработки, анализа и синтеза системной информации и использовать теоретические знания на практике
Пк-6	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)
ОК-16 (общекультурные компетенции)	понимать важность выполнения работы на высоком профессиональном уровне и нести ответственность за достоверность полученных данных
ОК-18 (общекультурные компетенции)	понимать важность работы в коллективе, уметь сотрудничать с членами коллектива
ОК-2 (общекультурные компетенции)	обладать широтой кругозора, отраженной на уровне восприятия профессиональных проблем
ОК-8 (общекультурные компетенции)	владеть базовыми знаниями в области биофизики, понимать социальную значимость этих знаний, уметь прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

закономерности протекания процессов в сложных молекулярных системах, структуру и динамику макромолекул, биофизику клетки,

2. должен уметь:

ориентироваться в структуре знаний о физике живого,

3. должен владеть:

-навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме. Радиофизическими методами исследования и моделирования биологических объектов. Понимать физические основы биологических процессов и обладать теоретическими знаниями анализа сложных систем.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания на практике.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре; зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Молекулярные системы управления (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем в живом.	3	1-2	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом животных и растений (иммунитетом).	3	3-5	3	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.	3	6-9	4	0	0	коллоквиум
4.	Тема 4. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.	3	10-12	3	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.	3	12-18	6	0	0	тестирование
6.	Тема 6. Импульсная активность кальция как основа управления пролиферацией, дифференцировкой и апоптозом клеток	4	1-4	4	0	0	устный опрос
7.	Тема 7. Фильтры кальциевых сигналов.	4	5-8	4	0	0	устный опрос
8.	Тема 8. Кальцийнейрин как основной элемент систем управления клеточной активностью	4	9-12	4	0	0	коллоквиум
9.	Тема 9. Проблемы, задачи сигнальных систем в живом	4	12-18	6	0	0	тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			36	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Введение. Молекулярные системы управления (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем в живом.**

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Раздражение, сигнал. Структура процессов, структура функций, морфология и материал. Смысл, результат как системообразующий фактор. Результат работы молекулярных систем управления как фактор определяющий эволюцию.

##### **Тема 2. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом животных и растений (иммунитетом).**

###### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Защита как основа жизни. Молекулярные механизмы пролиферации и дифференцировки Т клеток. CaMPK и CaN в контурах управления молекулярных систем, управляющих защитным механизмом. Общее и различия в защитных механизмах животных и растений.

##### **Тема 3. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Коллективные формы защиты. Цитокиновая сеть в межклеточной сигнализации клеток иммунной системы. Псориаз. Различные типы цитокинов. Цитокины в управлении Т клетками иммунной системы. Типы клеток секретирующих цитокины. Функция IL-2, факторов роста, факторов некроза опухолей.

##### **Тема 4. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.**

###### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Резервирование, как основа адаптивных систем. Потребление сахара головным мозгом. Система руководства концентрацией сахара в крови. Патологии, связанные с нарушениями в работе системы руководства концентрацией сахара в крови.

##### **Тема 5. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.**

###### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Модульный принцип организации сигнальных систем клеток. Модуль, построенный на метаболизме циклических монофосфатов. Два варианта построения модуля циклических монофосфато: 1) на прямой зависимости активности GC от концентрации кальция через кальмодулин 2) на модуляции активности GC через NO.

##### **Тема 6. Импульсная активность кальция как основа управления пролиферацией, дифференцировкой и апоптозом клеток**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Модуль, определяющий стационарное значение концентрации кальция в клетке и формирующий амплитуду и кинетические параметры кальциевого импульса.

##### **Тема 7. Фильтры кальциевых сигналов.**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Ферменты с положительной обратной связью как основа формирования фильтров. Параметрическая зависимость структуры нуль изоклин: 1) переключения нет ни при каких значениях кальциевого сигнала 2) переключение есть только в том случае, когда параметры кальциевого сигнала удовлетворяют определенным требованиям 3) переключения есть, когда амплитуда кальциевого сигнала выше пороговой.

#### **Тема 8. Кальцийнейрин как основной элемент систем управления клеточной активностью**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Модуль CaN и CaMKK как переключатель со встроенным фильтром. Зависимость параметров фильтра от общей концентраций CaN и CaMKK.

#### **Тема 9. Проблемы, задачи сигнальных систем в живом**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Два разных понятия системы. Система 1. Совокупность элементов и связей между ними. Система 2. Структура процессов, структура функций, морфология и материал. Языки, связывающие эти структуры. Смысл и результат, как системообразующий фактор.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Молекулярные системы управления (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем в живом.	3	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом животных и растений (иммунитетом).	3	3-5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
3.	Тема 3. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.	3	6-9	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
4.	Тема 4. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.	3	10-12	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.	3	12-18	подготовка к тестированию	4	тестирование

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Импульсная активность кальция как основа управления пролиферацией, дифференцировкой и апоптозом клеток	4	1-4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
7.	Тема 7. Фильтры кальциевых сигналов.	4	5-8	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Кальцийнейрин как основной элемент систем управления клеточной активностью	4	9-12	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
9.	Тема 9. Проблемы, задачи сигнальных систем в живом	4	12-18	подготовка к тестированию	4	тестирование
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В целом курс основан на стандартном методическом инструментарии высшей школы. Однако, поскольку он посвящен учебной дисциплине, находящейся на стыке нескольких наук (математика, физика, биология, радиоэлектроника), при методической проработке курса большое внимание уделялось проблемам баланса между различными составляющими курса. В рамках курса используется большое количество демонстрационных материалов, поэтому компьютерные презентации сопровождают большинство лекций. Аудиторные занятия составляют 50% курса, остальное время студенты самостоятельно разрабатывают модели различных сигнальных систем клеток.

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

### Тема 1. Введение. Молекулярные системы управления (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем в живом.

устный опрос , примерные вопросы:

Типы сигналов в живом. Функциональная структура сигнальных систем клеток. Детализация структуры функций на основе анализа смысла, результата.

### Тема 2. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом животных и растений (иммунитетом).

устный опрос , примерные вопросы:

Типология защитных систем. Основные элементы, входящие в структуру сигнальной системы управляющей защитным механизмом животных и растений. Против кого или чего необходимо защищаться животным и растениям?

### Тема 3. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.

коллоквиум , примерные вопросы:

Более 200 цитокинов - клеточных сигналов. Что это за язык? а) Какая функция цитокина IL-2 в управлении иммунитетом? б) Какие цитокины участвуют в развитии псориаза? в) Какие межклеточные сигналы участвуют в дифференцировке Т клеток?



#### **Тема 4. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.**

устный опрос , примерные вопросы:

Морфологическая схема сигнальной системы, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. В какой форме запасается сахар в мышечной клетке?

#### **Тема 5. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.**

тестирование , примерные вопросы:

Сигнальная система, управляющая двигательной активностью клеток. Каково различие сигнальных систем, управляющих двигательной активностью амёб и инфузорий? а) различий нет, б) различия в метаболизме циклических монофосфатов, в) в этих сигнальных системах происходит фосфорилирование различных белков. Каков механизм запуска сокращения гладкомышечных клеток? а) увеличение концентрации ионов кальция в цитоплазме, б) фосфорилирование миозина, в) образование актин-миозиновых комплексов.

#### **Тема 6. Импульсная активность кальция как основа управления пролиферацией, дифференцировкой и апоптозом клеток**

устный опрос , примерные вопросы:

Механизм формирования кальциевых импульсов. Механизмы настройки фильтров кальциевых сигналов. Какие параметры характеризуют кальциевый импульс? Какие элементы участвуют в формировании кальциевого импульса?

#### **Тема 7. Фильтры кальциевых сигналов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Зависимость параметров фильтров, анализирующих кальциевые сигналы, от общих концентраций белков CaN и CaMKK. Как влияют значения общих концентраций PP1, PP2 на параметры кальциевого фильтра?

#### **Тема 8. Кальцийнейрин как основной элемент систем управления клеточной активностью**

коллоквиум , примерные вопросы:

Типы активности клеток, которые управляются кальциевыми сигналами. Секретия, сокращение, двигательная активность клеток, пролиферация, дифференцировка, апоптоз. Функциональный модуль, включающий в себя элемент кальцийнейрин. В управлении какими клеточными процессами входит функциональный модуль, включающий кальцийнейрин.

#### **Тема 9. Проблемы, задачи сигнальных систем в живом**

тестирование , примерные вопросы:

Тестирование по курсу. Тест прилагается.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

ТЕСТЫ

1. Основателями кибернетики были:

- А) Винер;
- Б) Богданов;
- В) Анохин.

2. Блок анализа входит в базовую схему системы управления?:

- А) входит в базовую схему системы организации;
- Б) входит в базовую схему системы управления;
- В) входит в базовую схему системы руководства.

3. Структура функций входит в определение системного анализа 2?

- А) нет, системного анализа 1;

- Б) да, входит в определение системного анализа 2;  
В) к определению системного анализа 2 она вообще отношение не имеет.
4. Как происходит упрощение математических моделей молекулярных систем?  
А) за счет построения иерархии времен;  
Б) за счет применения теоремы Тихонова;  
В) за счет квазистационарного приближения.
5. На чем построены молекулярные системы, управляющие активностью клеток?  
А) на взаимодействии белковых молекул;  
Б) на потоках ионов;  
В) на полимеризации белков.
- 6) Сколько двигательных программ может быть у клетки эукариот?  
А) одна;  
Б) две;  
В) более десяти.
- 7) Что такое реакция избегания?  
А) двигательная программа парамеций;  
Б) рикошет клетки от столкновения с преградой;  
В) ферментативная реакция.
- 8) За счет чего парамеции управляют своим движением?  
А) за счет общего изменения частоты и направления эффективного удара ресничек;  
Б) за счет изгибов тела;  
В) за счет локального изменения частоты и направления эффективного удара ресничек.
- 9) Какова функция протеинкиназ в управлении движением парамеций?  
А) функция реализации;  
Б) функция выработки управляющих воздействий;  
В) функция анализа, поступающих сигналов.
- 10) Какова роль осцилляций концентрации cAMP в поведении диктиостелиум?  
А) сбор клеток к центру формирования сталона;  
Б) подготовка клеток к дифференцировке;  
В) рассредоточение клеток.
- 11) За счет чего происходит осцилляция концентрации кальция в клетках диктиостелиум?  
А) за счет потоков кальция из эндоплазматического ретикулома;  
Б) за счет потоков кальция через цитоплазматическую мембрану ресничек;  
В) за счет осцилляций мембранного потенциала.
- 12) Каков механизм движения фибробластов?  
А) амебоидный;  
Б) жгутиковый;  
В) ресничный.
- 13) Что модулирует адреналин в молекулярной системе, управляющей концентрацией сахара в мышечной клетке?  
А) амплитуду добавок сахара в ответ на сокращение;  
Б) стационарный уровень концентрации сахара;  
В) фазу импульсов добавки сахара.
- 14) Сколько уровней регенерации АТФ?  
А) один;  
Б) два;  
В) три.

15) Сколько белков входит в молекулярную систему, управляющую клеточной пролиферацией?

- А) десять;
- Б) двадцать;
- В) более сорока.

16) Может ли изменение уровня экспрессии протеинкиназ приводить к раковому перерождению клеток?

- А) нет, не может;
- Б) может.

17) В чем основная причина образования тромбов?

- А) в избытке тромбина;
- Б) в отклонении параметров молекулярной системы, управляющей сворачиванием крови;
- В) в избытке фибриногена.

18) В чем причина аутоиммунных заболеваний?

- А) в избытке лимфоцитов;
- Б) в нарушении механизмов межклеточной коммуникации;
- В) в генетической предрасположенности.

### 7.1. Основная литература:

1. Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс] : учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. - М.: Логос, 2010. - 216 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-493-3.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. - СПб: Лань, 2012. - 608 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3898/>
3. Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. - М.: Физматлит, 2009. - 400 стр. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2119/>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Плутахин Г. А., Коцаев А. Г. Биофизика. - СПб.: Лань, 2012. - 240 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/4048/>
2. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения: Учебник для вузов / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 184 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2221/>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- book - <http://news.uga.edu/releases/article/cell-signaling-ibook-091712/>
- can - <http://www.amazon.com/Cell-Signaling-Molecular-Targets-Cancer/dp/146140729X>
- cell - <http://www.mcdb.ucsb.edu/research/cell-biology>
- eb - <http://news.uga.edu/releases/article/cell-signaling-ibook-091712/>
- sb - <http://sbgn.org/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Сигнальные системы живых объектов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

На занятиях используется компьютер с проектором. Используются математические пакеты программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Биофизика) .

Автор(ы):

Котов Н.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Даминов Р.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.