

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
Сигнальные системы клеток БЗ.ДВ.4

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):**

Скоринкин А.И.

**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 66016

Казань  
2016

## 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 клеток" является формирование у студентов представлений об основных явлениях, понятиях, законах и методах сигнальных систем, навыков простейших практических расчетов, а также экспериментальной работы в лаборатории. 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 " Б3.ДВ.4 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Сигнальные системы клеток" относится к разделу Б3. ДВ.4 "Курсы кафедры" профессионального цикла. Осваивается на 4 курсе (8 семестра). Изложение дисциплины непосредственно базируется на знании студентами физики, математики, молекулярной биологии.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	владеть базовыми знаниями в области биофизики, понимать социальную значимость этих знаний, уметь прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
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 биофизической информации и использовать теоретические знания на практике

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.

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 8 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 клеток (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем клеток.ток	8	1-2	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Сигнальные системы клеток животных и растений. Кальций - кальмодулиновая сигнальная система. Липоксигеназная сигнальная система. НО - синтазная сигнальная система. Роль фосфорилирования белков в управлении клеточными процессами.	8	3-4	4	0	0	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Молекулярная система, управляющая концентрацией кальция в клетке. Участие инозитольной системы в формировании кальциевого сигнала.	8	5-6	4	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Система, управляющая двигательной активностью клеток. Система, управляющая двигательной активностью фибробластов. Роль кальциевых осцилляций в управлении активностью клеток.	8	7-8	4	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом клеток (иммунитетом). Сигнальная система, управляющая экспрессией генов, запуском апоптоза	8	9-10	4	0	0	коллоквиум
6.	Тема 6. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.	8	11-12	4	0	0	устный опрос
7.	Тема 7. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.	8	13-14	4	0	0	устный опрос
8.	Тема 8. Молекулярная система, управляющая клеточной пролиферацией.	8	15-16	4	0	0	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.	8	17-18	6	0	0	тестирование
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			36	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Молекулярные системы управления клеток (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем клеток.ток**

**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. Сигнальные системы клеток животных и растений. Кальций - кальмодулиновая сигнальная система. Липоксигеназная сигнальная система. NO - синтазная сигнальная система. Роль фосфорилирования белков в управлении клеточными процессами.**

**лекционное занятие (4 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. Молекулярная система, управляющая концентрацией кальция в клетке. Участие инозитольной системы в формировании кальциевого сигнала.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Каналы цитоплазматической мембраны и внутриклеточных депо в управлении и концентрацией кальция в клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией кальция в клетке. Участие инозитольной системы в формировании кальциевого сигнала. Метаболизм инозитолов.

**Тема 4. Система, управляющая двигательной активностью клеток. Система, управляющая двигательной активностью фибробластов. Роль кальциевых осцилляций в управлении активностью клеток.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

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

**Тема 5. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом клеток (иммунитетом). Сигнальная система, управляющая экспрессией генов, запуском апоптоза**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Коллективные формы защиты. Цитокиновая сеть в межклеточной сигнализации клеток иммунной системы. Псориаз.

**Тема 6. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Система взаимодействующих друг с другом Т клеток как основа формирования иммунитета. Цитокиновая сеть в формировании иммунного ответа. Функция IL-2 и других интерлейкинов. Взаимодействие Т клеток с соматическими клетками.

**Тема 7. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.**

**лекционное занятие (4 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 8. Молекулярная система, управляющая клеточной пролиферацией.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Механизмы процессов роста, развития и функционирования. Непрерывный процесс ремонта заменой как на молекулярном так и на клеточном уровне. Патологии, связанные с нарушением механизма, управляющего пролиферацией клеток (язва, опухоль, морфологический хаос).

**Тема 9. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.**

**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 клеток (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем клеток.ток	8	1-2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Сигнальные системы клеток животных и растений. Кальций - кальмодулиновая сигнальная система. Липоксигеназная сигнальная система. NO - синтазная сигнальная система. Роль фосфорилирования белков в управлении клеточными процессами.	8	3-4	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Молекулярная система, управляющая концентрацией кальция в клетке. Участие инозитольной системы в формировании кальциевого сигнала.	8	5-6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Система, управляющая двигательной активностью клеток. Система, управляющая двигательной активностью фибробластов. Роль кальциевых осцилляций в управлении активностью клеток.	8	7-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
5.	Тема 5. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом клеток (иммунитетом). Сигнальная система, управляющая экспрессией генов, запуском апоптоза	8	9-10	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
6.	Тема 6. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.	8	11-12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
7.	Тема 7. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.	8	13-14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Молекулярная система, управляющая клеточной пролиферацией.	8	15-16	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
9.	Тема 9. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.	8	17-18	подготовка к тестированию	6	тестирование



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	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), при методической проработке курса большое внимание уделялось проблемам баланса между различными составляющими курса.

Освоение дисциплины "Сигнальные системы клеток" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств создания и ведения электронных баз данных; мультимедийных программ, включающих подготовку и выступления студентов на семинарских занятиях с фото-, аудио и видеоматериалами по предложенной тематике.

## 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 клеток (сигнальные системы). Эволюция сигнальных систем клеток. ток

устный опрос , примерные вопросы:

Клетка как основа жизни. Прокариота (фотосинтезики, хемотротфы, сапрофиты), эукариоты (симбиогенез). Морфологические элементы различного типа клеток. Основные элементы сигнальных систем клеток.

### Тема 2. Сигнальные системы клеток животных и растений. Кальций - кальмодулиновая сигнальная система. Липоксигеназная сигнальная система. NO - синтазная сигнальная система. Роль фосфорилирования белков в управлении клеточными процессами.

коллоквиум , примерные вопросы:

Кальций как основной посредник. Кальций - кальмодулиновая сигнальная система. Липоксигеназная сигнальная система. NO - синтазная сигнальная система. Роль фосфорилирования белков в управлении клеточными процессами.

### Тема 3. Молекулярная система, управляющая концентрацией кальция в клетке. Участие инозитольной системы в формировании кальциевого сигнала.

устный опрос , примерные вопросы:

ER в формировании кальциевого импульса. Участие инозитольной системы в формировании кальциевого сигнала. Метаболизм инозитолов. Инозитол зависимые кальциевые каналы эндоплазматического ретикулома.

### Тема 4. Система, управляющая двигательной активностью клеток. Система, управляющая двигательной активностью фибробластов. Роль кальциевых осцилляций в управлении активностью клеток.

устный опрос , примерные вопросы:

Система, управляющая двигательной активностью фибробластов. Роль кальциевых осцилляций в управлении активностью клеток. Эволюция эффекторов клетки и сопряженной с ней сигнальной системой.

### Тема 5. Молекулярные системы, управляющие защитным механизмом клеток (иммунитетом). Сигнальная система, управляющая экспрессией генов, запуском апоптоза

коллоквиум , примерные вопросы:

CaMKK и CaN в сигнальной системе, управляющей иммунитетом. Сигнальная система, управляющая экспрессией генов, запуском апоптоза. Роль кальциевых сигналов в формировании иммунного ответа. Механизм формирования кальциевого сигнала.

#### **Тема 6. Межклеточная сигнализация в управлении иммунитетом. Цитокиновая сеть.**

устный опрос , примерные вопросы:

Цитокиновая сеть в формировании псориаза. Типы цитокиновых сигналов. Функции различных цитокинов в формировании иммунного ответа.

#### **Тема 7. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.**

устный опрос , примерные вопросы:

Депонирование сахара в организме. Мозг, как основной потребитель сахара. Сигнальная система управляющая концентрацией сахара в крови.

#### **Тема 8. Молекулярная система, управляющая клеточной пролиферацией.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Сигнальная система, управляющая делением дрожжей. Температурозависимые мутанты дрожжей в исследовании элементов сигнальной системы, управляющей пролиферацией. Прохождение клеткой точки рестрикции.

#### **Тема 9. Сигнальные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.**

тестирование , примерные вопросы:

Управление двигательной активностью клеток. Хемотаксис. Патологии связанные с отказом в работе сигнальных систем клеток.

#### **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 парameций;  
Б) рикошет клетки от столкновения с преградой;  
В) ферментативная реакция.
- 8) За счет чего парameции 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 парameций?  
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.

#### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТАМ И ЭКЗАМЕНАМ

(в зависимости от формы итогового контроля)

1. Введение. Системы управления в живом (сигнальные системы).

1.1. Развитие представлений о сигнальных системах клеток.

1.2. Базовая схема систем управления.

2. Системный анализ.

2.1. Системный анализ 1.

2.2. Системный анализ 2. Элементы, морфологическая схема, принципиальная схема, функциональная схема, процессуальная схема, целое, критерии качества управления, ограничения, согласования.

2.3. Математическое моделирование систем, управляющих клеточной активностью.

3. Системы управления двигательной активностью клеток.

3.1. Простейшие управляющие системы.

3.2. Двигательные программы клеток.

4. Система, управляющая двигательной активностью *Paramecium caudatum*.

4.1. Двигательный репертуар *P. caudatum*.

4.2. Молекулярная система, управляющая движением ресничек.

4.3. Математическое моделирование молекулярной системы, управляющей движением парамеций.

5. Система, управляющая двигательной активностью диктиостелиум.

5.1. Роль осцилляций cAMP в групповом поведении клеток.

5.2. Математическая модель осцилляций cAMP.

5.3. Анализ математической модели.

6. Система, управляющая двигательной активностью фибробластов.

6.1. Роль кальциевых осцилляций в управлении активностью клеток.

6.2. Анализ математической модели осцилляции кальция в клетках.

7. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в мышечной клетке.

7.1. Модуляция импульсов добавки сахара адреналином.

7.2. Молекулярная система, управляющая концентрацией сахара в крови.

8. Молекулярная система, управляющая клеточной пролиферацией.

8.1. Нарушения в работе молекулярной системы, управляющей клеточной пролиферацией.

9. Молекулярные системы, управляющие различными типами клеточной активности. Проблемы и задачи.

9.1. Проблемы анализа аутоиммунных патологий.

9.2. Проблемы и задачи анализа молекулярных систем, управляющих сворачиванием крови.

9.3. Патологическая полимеризация белков, прионы.

#### 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. <http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=469367>

2. 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/>
3. Волькенштейн М.В. Биофизика. - СПб: Лань, 2012. - 608 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3898/>

## 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:

- apo - [http://www.plasmatis.de/apoptosis\\_necrosis.html](http://www.plasmatis.de/apoptosis_necrosis.html)  
cell - <http://www.sciencemag.org/site/feature/misc/webfeat/cellsignaling05/>  
path - <http://crimsoncanary.wordpress.com/2007/01/23/images-graphics-kinase-and-pathways/>  
sign - <http://jpkc.scu.edu.cn/ywwy/zbsw%28E%29/edetail6.htm>  
v - <http://www.retrovirology.com/content/5/1/76/figure/f2?highres=y>

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

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

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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):

Скоринкин А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.