**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Биофизика

Biophysics

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 055734

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Проверка сформированности современных представлений о структурно-функциональной организации биологических мембран, ионных каналов и сигнальных систем, методических подходах в области биофизики.

Проверка сформированности компетенций ОКА-1, ОКА-2 и ОКА-3 в части способности работать с текстами профессиональной направленности и сообщать о результатах деятельности.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Освоение дисциплин образовательной программы.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Формирование компетенций ОКА-1, ОКА-2 и ОКА-3

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Консультация

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3й год обучения | 58 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 120 |  |  |  | 0 | 5 |
|  | 2-100 |  |  |  |  |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  |  |  |  |  |
| ИТОГО | 58 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 120 |  |  |  |  | 5 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обученияочная | | | | | | |
| 3й год обучения |  |  | экзамен, устно, традиционная форма |  |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Тема 1. Термодинамика биологических процессов.

Типы термодинамических систем. Биосистемы как открытые термодинамические системы. Термодинамические функции состояния системы. Первый закон термодинамики и его применимость к биосистемам. Тепловой баланс организма. Второй закон термодинамики и направление биологических процессов. Свободная энергия и работа. Статистический смысл энтропии. Правило фаз Гиббса. Основные положения термодинамики необратимых процессов. Теория потоков Онзагера. Энтропия открытой системы и ее изменение. Стационарное состояние. Теорема Пригожина. Устойчивое и неустойчивое стационарные состояния системы. Термодинамическая теория роста и развития организмов Пригожина-Виам.

Тема 2. Структурная организация и состав биологических мембран**.**

Мембранные липиды. Химические свойства. Жирнокислотный состав мембранных липидов. Термотропный и лиотропный мезоморфизм липидов. Состав и структура мембранных белков. Топография мембранных белков. Белок-липидные взаимодействия в мембране. Специализированные упорядоченные липидные микродомены в мембране (рафты): роль в процессах внутриклеточной сигнализации. Структурно-функциональная организация мембраны эритроцитов. Макромолекулярные белковые комплексы в мембране эритроцитов. Вертикальные и горизонтальные взаимодействия в мембране эритроцитов. Наследственные гемолитические анемии, связанные с нарушением структуры и функций мембраны эритроцитов.

Тема 3.Динамическая структура мембран.

Фазовые переходы липидов в мембране. Термодинамические параметры фазовых переходов. Ионные каналы бислойных липидных мембран при фазовом переходе. Расчет размеров липидных доменов при фазовом переходе. Теории фазового перехода. Искусственные мембранные структуры и перспективы их практического применения. Связь между фазовым состоянием липидов и функцией мембран. Изменение липидного состава. Адаптация.

Тема 4.Транспорт веществ через мембраны.

Пассивный транспорт веществ через мембрану. Транспорт ионов через мембрану. Электродиффузионная теория транспорта ионов через мембраны. Уравнение электродиффузии Нернста-Планка. Приближение постоянного поля Гольдмана. Ионный транспорт через селективные каналы биомембран. Транспорт в открытом канале. Теория селективности. Транспорт ионов через возбудимые мембраны. Потенциал покоя и его природа. Ионные потоки в возбудимой мембране. Математическая модель мембраны нервного волокна Ходжкина-Хаксли. Измерение токов ионных каналов методом локальной фиксации потенциала на мембране (patch-clamp method).

Тема 5.Структурно-функциональная организация, фармакологические характеристики и механизмы регуляции ионных каналов мембран.

Суперсемейство потенциал-зависимых каналов. Селективные фильтры потенциал-зависимых ионных каналов. Модель скользящей или вращающейся спирали работы сенсора напряжения. Na+-каналы. Калиевые каналы. Кальциевые каналы. Хлорные каналы. Суперсемейство лиганд-управляемых ионных каналов. Пентамерные, тетрамерные и тримерные каналы. Каналы, управляемые циклическими нуклеотидами. Модуляция активности ионных каналов фармакологическими агентами, токсинами, различными системами вторичных посредников. Эволюция ионных каналов. Патология ионных каналов.

Тема 6. Механизмы внутриклеточной сигнализации.

Основные принципы внутриклеточной сигнализации. Первичные и вторичные мессенджеры. Рецепторы и эффекторы. Взаимодействие и взаимовлияние (crosstalk) различных систем вторичных посредников. Структурно-функциональная организация мембранных рецепторов. Суперсемейство лиганд-управляемых рецепторов-каналов. Суперсемейство рецепторов, связанных с G-белками. Гетеротримерные и мономерные G-белки. Структурно-функциональная организация сигнальных систем в клетках. Аденилатциклазный путь передачи информации. Фосфоинозитидный путь передачи сигнала. Арахидоновая кислота и ее продукты: участие в процессах внутриклеточной сигнализации. Жирные кислоты и модуляция активности ионных каналов. Тирозинкиназы и тирозинфосфатазы. Рецепторы с тирозинкиназной активностью. Нерецепторные тирозинкиназы. Тирозинфосфатазы. Модуляция активности ионных каналов тирозинкиназами и тирозинфосфатазами. Гуанилатциклазная система.

Тема 7. Механизмы Са2+-сигнализации в клетках.

Ca2+ - универсальный вторичный мессенджер. Механизмы мобилизации Са2+ из внутриклеточных депо. Са2+ - депо мышечных клеток. Рианодиновые рецепторы. Ca2+-депо немышечных клеток. IP3-рецепторы. Механизмы входа Са2+ в клетки. Типы и структурно-функциональная организация потенциал-зависимых Ca2+-каналов. Механизмы входа Са2+ в невозбудимые клетки. Депо-зависимый вход Ca2+ в клетки. Модели депо-зависимого входа Ca2+ в клетки. Депо-зависимые Ca2+-каналы. Функциональная роль депо-зависимого входа Ca2+. Возможная роль депо-зависимого входа Ca2+ в различных патологических процессах.

Тема 8. Радиационная биофизика.

Радиоактивность. Основные дозиметрические величины и их единицы измерения. Поглощение энергии ионизирующих излучений. Облучение организма. Основные принципы в радиобиологии. Прямое действие ионизирующего излучения на биологические объекты. Непрямое действие ионизирующего излучения. Реакция клетки на действие ионизирующей радиации. Механизмы гибели облученных клеток. Действие малых доз. Реакция организма на действие радиации.

Тема 9. Молекулярная биофизика.

Конформационная энергия и пространственная организация биополимеров. Динамическая подвижность макромолекул. Электронные свойства биополимеров. Образование молекулярных комплексов. Аллостерические взаимодействия. Биофизика ферментативного катализа.

Тема 10. Научное исследование аспиранта, его актуальность, методология и новизна. История развития конкретной научной проблемы, ее роль и место в биофизике. Специальные знания и методологические подходы к решению конкретной научной проблемы.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Освоение рекомендованной основной и дополнительной литературы.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Списки основной и дополнительной литературы, статьи по теме исследования, электронные ресурсы СПбГУ.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Проведение экзаменов осуществляется в устной форме по сформулированным теоретическим вопросам: три вопроса по материалам программы и три вопроса по теме исследования. Помимо указанных вопросов, экзаменующимся могут быть предложены дополнительные вопросы, призванные оценить глубину и широту владения материалом, а также способность рассуждать на задаваемые темы. Время подготовки обучающегося составляет 60 минут.

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Примеры теоретических вопросов по материалам программы:

1. Второй закон термодинамики и направление биологических процессов.

2. Аденилатциклазный путь передачи информации.

3. Спектрофотометрический метод анализа веществ.

1. Термотропный и лиотропный мезоморфизм липидов.

2. Структурно-функциональная организация и классификация потенциал-зависимых Na+-каналов.

3. Транспорт ионов в эпителиальных системах.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Не предусмотрено

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению междисциплинарного экзамена**

Экзамен принимает экзаменационная комиссия, утвержденная в установленном порядке в соответствии с требованиями СПбГУ

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Компьютерный класс для обеспечения самостоятельной работы.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Оборудование компьютерного класса с подключением к сети Интернет.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специализированного оборудования не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специализированного программного обеспечения не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Не требуется

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Рубин А.Б. 2004. Биофизика: классический университетский учебник / А. Б. Рубин. 3-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Московского университета; М.: Наука, 2004. Т. 2: Биофизика клеточных процессов. 2004. 469 с. (НБ – 41 экз.)
2. Крутецкая З.И., Лонский А.В. Биофизика мембран. СПб. Изд. СПбГУ. 1994. 288 с. (НБ – 10 экз.)
3. Крутецкая З.И., Лебедев О.Е., Курилова Л.С. Механизмы внутриклеточной сигнализации. СПб. Изд. СПбГУ. 2003. 208 с. (Интернет-вариант: <http://www.booksmed.com/fiziologiya/1098-mexanizmy-vnutrikletochnoj-signalizacii-kruteckaya.html>).
4. Курилова Л.С., Крутецкая З.И. 2012. Основы радиационной биофизики. СПб. Изд. ИП ПРТ. 188 с. (НБ-10 экз.)
5. 2. Кудряшов Ю.Б. 2004. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М. Изд. ФИЗМАТЛИТ. 448 с. (НБ – 1).
6. Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. 2013. Молекулярная биология клетки. В 3-х т. М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика": Институт компьютерных исследований. (НБ -2 экз.).

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Камкин А.Г., Киселева И.С. Физиология и молекулярная биология мембран клеток. М.: Издательский центр "Академия". 2008. 592 с. (НБ – 10 экз.)
2. Джаксон М. 2009. Молекулярная и клеточная биофизика. Изд. Бином. 552 с.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. Sperelakis N. (ed.) Cell Physiology Source Book. Essentials of Membrane Biophysics. University of Cincinnati, Ohio, U.S.A. 2011. 957 p.
2. Kew J., Davies C. (eds.) Ion Channels: From Structure to Function.Oxford University Press. 2010. 562 p.
3. Simms B.A., Zamponi G. W. 2014. Neuronal Voltage-Gated Calcium Channels: Structure, Function, and Dysfunction. [82: 1](http://www.cell.com/neuron/issue?pii=S0896-6273%2814%29X0007-3)24–45.
4. Hancock J.N. Cell Signalling. –Second Ed. – Oxford.: University Press, 2005. – 296 p.
5. Krebs J., Michalak M. (eds.). Calcium: a matter of life or death. New comprehensive biochemistry. Vol. 41. Elsevier. 2007. 557 p.
6. <http://www.healthcare.siemens.com/medical-imaging/low-dose>
7. http://www2.lbl.gov/abc/wallchart/guide.html

**Раздел 4. Разработчики программы**

Крутецкая Зоя Иринарховна, профессор Кафедры биофизики с возложенными обязанностями заведующего кафедрой [z.krutetskaya@spbu.ru](mailto:z.krutetskaya@spbu.ru) 3289465