

Белорусский государственный университет

  
**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям  
\_\_\_\_\_ О.И. Чуприс

« 31 » мая 2018 г.

Регистрационный № УД - 5126 /уч.

**Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:  
1-31 80 01 Биология**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 01-2012 и учебного плана УВО № G 31-235/уч. 2017 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Орёл Наталия Михайловна, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой биохимии Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 12 апреля 2018 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 04 мая 2018 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций» составлена с учетом требований следующих нормативных и методических документов:

Образовательный стандарт Республики Беларусь «Высшее образование. Вторая ступень (магистратура). Специальность 1-31 80 01 «Биология», утвержден постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 24.08.2012 г. № 108, с учетом изменений и дополнений, утвержденных постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 27.12.2017 г. № 163;

Учебный план по специальности 1-31 80 01 «Биология», утвержденный ректором 26.05.2017 г. (регистрационный № G 31-235/уч.).

### **Цель и задачи учебной дисциплины**

**Цель учебной дисциплины** – формирование у студентов целостной системы современных знаний о биохимии мембран и межклеточных коммуникаций, обеспечивающих возможности их практического использования и развития новых направлений исследований.

В рамках поставленной цели **задачи учебной дисциплины** состоят в следующем:

- углубить специальные знания студентов магистратуры по наиболее актуальным вопросам биохимии мембран и межклеточных взаимодействий, открыть широкие перспективы их накопления;
- сформировать представления о мембранологии как одной из основ научного мировоззрения;
- расширить профессиональный кругозор будущих специалистов в предметной области биологии;
- развивать продуктивно-репродуктивное и эвристическое мышление у студентов, используя потенциал дисциплины «Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций», на основе понимания роли организации, функционирования, взаимодействия клеточных и внутриклеточных мембран в жизнедеятельности организма и для поиска путей практического использования приобретенных знаний.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки магистра.

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специальной подготовки, входит в компонент учреждения высшего образования.

Изучение учебной дисциплины «Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Биохимия», «Биофизика», «Цитология и гистология», «Основы биологии развития», «Молекулярная биология», «Генетика», «Теория эволюции» и др.

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Клеточная биология», «Основы нейробиологии», «Современные проблемы биологии».

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- проблемы и перспективы биохимии мембран и межклеточных коммуникаций, новейшие достижения в области исследования биологических мембран;

- современное состояние и направления использования естественных и искусственных мембран, мембранных нанотехнологий.

**уметь:**

- выдвигать обоснованные гипотезы для объяснения наблюдаемых явлений, выбирать адекватные методы для проверки этих гипотез;

- использовать достижения в области биохимии мембран для решения теоретических и практических задач.

**владеть:**

- методологией и методами решения теоретических и практических задач в области биохимии мембран на основе всей совокупности приобретенных знаний и умений.

**Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

**академические** компетенции:

АК-1. Иметь способность к самостоятельной научно-исследовательской деятельности (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.), готовность генерировать и использовать новые идеи.

АК-2. Применять методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-производственной, производственной, научно-педагогической, управленческой и инновационной деятельности.

АК-3. Использовать междисциплинарный подход при решении проблем, совершенствовать навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-4. Самостоятельно изучать новые методы исследований, приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, повышать свою квалификацию в течение всей жизни, обеспечивать личностное и профессиональное саморазвитие.

**социально-личностные** компетенции:

СЛК-4. Анализировать и принимать решения по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

**профессиональные** компетенции:

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования (осуществлять постановку научной проблемы, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, оценивать их достоверность и осуществлять статистическую обработку, формулировать из полученных результатов корректные выводы).

ПК-2. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научных, научно-технических и других информационных источниках, составлять аналитические обзоры;

ПК-3. Организовывать работу по подготовке научных статей, сообщений, рефератов и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

### **Структура учебной дисциплины**

Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как разделы и темы, в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лекционные занятия.

Всего на изучение учебной дисциплины «Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций» отведено 124 часа, в том числе 36 аудиторных часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 34 часа, управляемая самостоятельная работа – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. БИОХИМИЯ МЕМБРАН КАК НАУКА**

Современные представления о мембранной организации клетки. Эволюция представлений о строении мембран Состав мембран. Биологическое разнообразие мембран.

### **2. МЕМБРАНА КАК КОМПОНЕНТ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕМБРАН. СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ МЕМБРАН**

**2.1 Методы исследования биологических мембран.** Сопоставление возможностей разных методов, достоинства и ограничения. Детергенты – характеристика, классификация, принцип действия. Достоинства и недостатки исследований солюбилизованных мембранных белков. Применение мембранотропных веществ и модификаторов.

**2.2 Получение искусственных мембран и их применение.** Нанотехнологии на основе мембран. Свойства биологических мембран, функции мембран.

### **3. БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН**

**3.1 Мембранные липиды.** Биохимическая характеристика мембранных липидов. Распространенность отдельных представителей липидов в мембранах клеток животных, растений, грибов, бактерий. Специфические мембранные липиды и их значение. Пути биосинтеза и деградации мембранных липидов, механизмы транспорта к месту встраивания. Мембранный бислой: самосборка, подвижность компонентов, асимметрия, фазовые состояния. Дефектные зоны. Роль холестерина. Адаптационные механизмы изменения липидного состава мембран. Нерешенные проблемы организации бислоя.

**3.2 Мембранные белки.** Мембранные белки: функции, особенности строения, синтеза и встраивания в мембрану. Мембранные белки – особенности строения, синтеза и встраивания в мембрану, сигнальные последовательности в белках, сигнальные пептидазы. Участие каналов во встраивании белков в мембрану. Олигомерная организация мембранных белков, белковые ассоциаты, сборка надмолекулярных комплексов, регуляция устойчивости и механизмы обновления мембранных белков, роль аннулярных липидов в функционировании белков. Ко- и посттрансляционная модификация мембранных белков и ее значение. Образование и роль липопротеинов мембран. Мембранная энзимология.

**3.3 Углеводные компоненты мембран.** Углеводные компоненты мембран (гликолипиды и гликопротеины), образование и роль в функционировании клетки. Биохимическая характеристика минорных компонентов мембран и их функций.

**3.4 Особенности структурно-функциональной организации мембран**  
Особенности структурно-функциональной организации мембран органоидов и плазматических мембран клеток разных типов.

### **4. БИОХИМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕМБРАНАХ**

**4.1 Транспорт через клеточные мембраны.** Биохимическая характеристика транспортных систем и процессов. Транспорт через клеточные мембраны: структурные основы. Избирательная проницаемость мембран. Понятие о полупроницаемости, селективности, ионоспецифичности. Биохимическая характеристика транспортных систем и процессов пассивного транспорта, простой и облегченной диффузии, канального и челночного типов переноса, взаимодействия рецепторов и каналов. Первично- и вторично-активный транспорт. Примеры строения и функционирования транспортеров. Классификация, строение и работа АТФаз, АВС-транспортеров, котранспортных систем. Обратный транспорт фосфолипидов и холестерина. Взаимосвязь транспортных процессов.

**4.2 Организация и функционирование природных и синтетических ионофоров и каналообразователей.** Организация и функционирование природных и синтетических ионофоров и каналообразователей (циклические депсипептиды, линейные пептиды, полиеновые антибиотики, крауны, транспортеры органических молекул и др.), биологическая роль, практическое применение.

**4.3 Биохимическая организация везикулярного транспорта.** Характеристика основных транспортных путей (биохимический, экзоцитозный, эндоцитозный). Формирование транспортных везикул. Окаймления и их типы (COPI, COPII, клатриновые). Примеры биохимической организации рецептор-индуцируемых систем транспорта через плазматическую и внутриклеточные мембраны. Транцитоз. Транспорт веществ через клетки сосудистых стенок и кишечного эпителия.

**4.4 Общая теория слипания и слияния мембран.** Факторы и механизмы слияния. Регуляция слияния мембран. Характеристика компонентов системы NSF-SNAP-SNARE. Липиды и везикулярный транспорт. Роль убиквитинирования в регуляции везикулярного транспорта белков.

## **5. МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ КОММУНИКАЦИИ**

**5.1 Контактная функция плазматической мембраны.** Контактные и дистантные межклеточные взаимодействия. Контактная функция плазматической мембраны. Классификация и биохимическая организация межклеточных контактов. Характеристика временных и постоянных контактов; контактов простого и сцепляющего типов; адгезионных, замыкающих и проводящих контактов.

**5.2 Синаптическая передача сигнала.** Нейромедиаторы и нейромодуляторы. Синтез, хранение, метаболизм, выделение и деградация медиатора. Связывание с рецептором. Современные методы изучения локализации и реализации действия медиаторов.

**5.3 Дистантные взаимодействия.** Варианты гуморальной регуляции (эндокринная, паракринная, аутокринная). Рецепторные пути передачи информации. Мембранные рецепторы и сигнальные молекулы. Управляемые лигандами ионные каналы. Рецепторы с собственной активностью. Тирозинкиназы. Рецепторы без собственной активности. Цитокиновые рецепторы. Рецепторы, переносящие лиганды через мембрану. Серпентиновые рецепторы. Рецепторы, освобождающие факторы транскрипции. Реализация внеклеточных сигналов внутри клетки. Эффекторы, вторичные мессенджеры и их мишени (адаптерные молекулы, сигнальные ферменты, конечные мишени). Молекулярные механизмы передачи сигнала пептидными, стероидными и тиреоидными гормонами, катехоламинами.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы  | Количество аудиторных часов |                         |                        |                         |      | Количество часов<br>УСР | Форма контроля<br>знаний   |
|---------------------|---|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------|-------------------------|--|
|                     |   | Лекции                      | Практические<br>занятия | Семинарские<br>занятия | Лабораторные<br>занятия | Иное |                         |  |
| 1                   | 2   | 3                           | 4                       | 5                      | 6                       | 7    | 8                       | 9  |
| <b>1</b>            | <b>БИОХИМИЯ МЕМБРАН КАК НАУКА</b>   | 2                           |                         |                        |                         |      |                         | Отчет о выполнении коллективного письменного информационного творческого проекта |
| <b>2</b>            | <b>МЕМБРАНА КАК КОМПОНЕНТ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕМБРАН. СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ МЕМБРАН</b> |                             |                         |                        |                         |      |                         |  |
| 2.1                 | Методы исследования биологических мембран   | 2                           |                         |                        |                         |      |                         |  |
| 2.2                 | Получение искусственных мембран и их применение   | 2                           |                         |                        |                         |      |                         |  |
| <b>3</b>            | <b>БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН</b>   |                             |                         |                        |                         |      |                         |  |
| 3.1                 | Мембранные липиды   | 2                           |                         |                        |                         |      |                         |  |
| 3.2                 | Мембранные белки  | 4                           |                         |                        |                         |      |                         |  |
| 3.3                 | Углеводные компоненты мембран   | 2                           |                         |                        |                         |      |                         |  |
| 3.4                 | Особенности структурно-функциональной организации мембран   | 2                           |                         |                        |                         |      |                         |  |



| 1        | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9               |
|----------|--|---|---|---|---|---|---|-----------------|
| <b>4</b> | <b>БИОХИМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ<br/>ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕМБРАНАХ</b>                          |   |   |   |   |   |   |                 |
| 4.1      | Транспорт через клеточные мембраны. Биохимическая характеристика транспортных систем и процессов | 4 |   |   |   |   |   |                 |
| 4.2      | Организация и функционирование природных и синтетических ионофоров и каналобразователей          | 2 |   |   |   |   |   |                 |
| 4.3      | Биохимическая организация везикулярного транспорта   | 4 |   |   |   |   |   |                 |
| 4.4      | Общая теория слипания и слияния мембран  | 2 |   |   |   |   |   |                 |
| <b>5</b> | <b>МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ КОММУНИКАЦИИ</b>   |   |   |   |   |   | 2 | Защита реферата |
| 5.1      | Контактная функция плазматической мембраны   | 2 |   |   |   |   |   |                 |
| 5.2      | Синаптическая передача сигнала   | 2 |   |   |   |   |   |                 |
| 5.3      | Дистантные взаимодействия  | 2 |   |   |   |   |   |                 |

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Фаллер Д.М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. Руководство / Пер. с англ. А. Анваера, Ю. Бородиной, К. Кашкина. М.: Бином, 2017. – 256 с.
2. Ткачук В.А., Воротников А.В., Тюрин-Кузьмин П.А. Основы молекулярной эндокринологии: Рецепция и внутриклеточная сигнализация / под ред. академика РАН В.А. Ткачука. – М. : «ГЭОТАР-Медиа», 2017. – 256 с.
3. Пути передачи информации / Д.Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера в 3-х томах. Том 3. М.: Бином. Лабораторные занятия, 2017. – 448 с.
4. Молотковский Р.Ю., Кузьмин П.И., Акимов С.А. Слияние мембран. Два возможных механизма понижения высоты энергетического барьера при участии белков слияния // Биол. Мембраны, 2015. – Т. 32, вып. 2. – С. 79-92.
5. Банин В.В. Цитология. Функциональная ультраструктура клетки. Атлас. М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2016. – 264 с.
6. Солвей Дж. Г. Наглядная медицинская биохимия. Учебное пособие / Пер. с англ. А.П. Вабищевич, О. Г. Терещенко; Под ред. Е. С. Северина. – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2018. – 164 с.
7. Бабушкина И.В., Пивоваров Ю.И., Курильская Т.Е., Сергеева А.С., Ильина О.П., Боровский Г.Б. Белковый спектр мембраны эритроцитов и его изменения при патологии // Биол. Мембраны, 2015. – Т. 32, вып. 3. – С. 168-175.
8. Н.В. Литвяков, М.М. Цыганов. Клинические исследования вклада ABC-транспортеров в реализацию фенотипа множественной лекарственной устойчивости рака молочной железы // Вопр. онколог., 2016. – Т. 62, № 1. – С. 52.
9. Davydov V.V. Medical biochemistry / V.V. Davydov, T.P. Vavilova, A.V. Shestopalov, S.A. Roumiantsev, E.R. Grabovetskaya. – Изд. «Эко-Вектор», 2018. – 392 с.
10. Литвинова Е.С, Сорокин А.В., Долгарева С.А., Бушмина О.Н., Харченко А.В, Конопля Н.А. Белки и липиды мембраны эритроцитов при острой и хронической алкогольной интоксикации/ Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 2.
11. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. Введение в молекулярную цитологию и гистологию. Учебное пособие. Издатель МИА (Медицинское информационное агентство), 2016. – 664 с.

### Перечень дополнительной литературы

1. Allen J.D., Brinkhuis R.F., van Deemter L. et al. Extensive contribution of the multidrug transporters P-glycoprotein and Mrp1 to basal drug resistance // Cancer Research. – 2000. – Vol. 60. – N 20. – P. 5761-5766.
2. Cell – Рецензируемый научный журнал. Публикует исследования по широкому кругу дисциплин наук о жизни. Контент старше 12 месяцев находится в свободном доступе, начиная с выпуска за январь 1995 года.
3. Deák F., Schoch S., Liu X., Südhof T.C., Kavalali E.T. Synaptobrevin is essential for fast synaptic-vesicle endocytosis // Nat. Cell. Biol., 2004. – 6 (11). – P. 1102-1108.
4. Glavinas H., Krajcsi P., Cserepes J., Sarkadi B The Role of ABC Transporters in Drug Resistance, Metabolism, and Toxicity // Current Drug Delivery. – 2004. – 1(1). – 1–16.
5. Hancock J.N. Cell Signalling. –Second Ed. – Oxford.: University Press, 2005. – 296 p.
6. Helmreich E.J.M. The Biochemistry of Cell Signalling. – Oxford.: University Press, 2002. – 328 p.

7. Li M., Zeringer E., Barta T., Schageman J., Cheng A., Vlassov A.V. Analysis of the RNA content of the exosomes derived from blood serum and urine and its potential as biomarkers // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 2014. M., 369, 1652, doi 10.1098/rstb.2013.0502
8. Richards D.A., Guatimosim C., Betz W.J. Two endocytic recycling routes selectively fill two vesicle pools in frog motor nerve terminals // *Neuron*, 2000. – 27 (3). – P. 551-559.
9. Rizzoli S.O., Betz W.J. Synaptic vesicle pools // *Nat. Rev. Neurosci.*, 2005. – 6 (1). – P. 57–69.
10. Yang M., Chen J., Su F., Fengxi S., Ling L., Liu Y., Huang J. D., Song E. Microvesicles secreted by macrophages shuttle invasion-potentiating microRNAs into breast cancer cells // *Mol. Cancer.*, 2011, Sep 22. – 117 (10). – P. 117–130.
11. Артюхов В.Г., Наквасина М.А. Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами : Учеб. пособие. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 296 с.
12. Артюхов В.Г., Наквасина М.А.. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия : Учеб. пособие. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008. – 156 с.
13. Бибинейшвили Е.З., Родионова Н.Н., Юсипович А.И., Максимов Г.В. Изучение миелинового нервного волокна при модификации белок-липидных взаимодействий в миелине // *Биол. Мембраны*, 2013. – Т. 30, вып. 2.– С. 142-146.
14. Бибинейшвили Е.З., Савикова И.Г., Юсипович А.И., Горбачева Л.Р., Максимов Г.В. Изменение морфологии и структуры цитоплазмы нейрона в ответ на действие глутамата и изменение липидного бислоя плазматической мембраны // *Биол. Мембраны*, 2014. – Т. 31, вып. 2. – С. 83-87.
15. Биологические мембраны. Методы: Пер. с англ. /Под ред. Дж. Б. Финдлея, У. Г. Эванза. – М.: Мир, 1990. – 424 с.
16. Болдырев А.А. Биомембранология : учебное пособие /А.А. Болдырев, Е.И. Клявьярйнен, В.А. Илюха. – Петрозаводск: Изд-во Кар НЦ РАН, 2006.– 226 с.
17. Болдырев А.А. Ещенко Н.Д., Илюха В.А., Клявьярйнен Е.И. Нейрохимия : Учебное пособие. – М.: Дрофа, 2010. 400 с.
18. Болдырев А.А. Матриксная функция биологических мембран. *Соросовский образовательный журнал*, 2001. – №4. – С. 2-9.
19. Болдырев А.А. Механизмы возбуждения, повреждения и гибели нейронов // *Природа*, 1998. – №7. – С. 10-18.
20. Владимиров Ю.А. Свечение, сопровождающее биохимические реакции // *Соросовский образовательный журнал*, 1999. – № 6. – С. 25-32.
21. Геннис Р. Биомембраны: молекулярная структура и функции. – М.: Мир, 1997. – 357 с.
22. Гомазков О.А. Нейропептиды – универсальные регуляторы. Почему? В сб. «Российская наука – день нынешний и день грядущий». М. 1999. 195-206.
23. Гришин С.Н. Трансмембранный кальциевый ток: механизм, методы регистрации, кальций-опосредованные модуляторы синаптической передачи // *Биол. Мембраны*, 2014. – Т. 31, вып. 3. – С. 155-167.
24. Гусаченко О.Н, Зенкова М.А., Власов В.В. Нуклеиновые кислоты экзосом: маркеры заболеваний и молекулы межклеточной коммуникации // *Биохимия*, 2013. – Т. 78, вып. 1. – С. 5–13.
25. Джон Ф. Основы эндокринологии/ Джон Ф. Лейкок, Питер Г.Вайс.- М.: Медицина, 2000. – 352 с.
26. Дубынин В.А. Регуляторные системы организма человека. – М.: Дрофа, 2003. – 368 с.
27. Зинченко В.П., Долгачева Л.П. Внутриклеточная сигнализация. – М.: Аналитическая микроскопия, 2003. – 85 с.

28. Иванов В.П., Полоников А.В., Солодилова М.А. Белки клеточных мембран и сосудистые дистонии у человека. Монография. – Курск: КГМУ, КМИ, 2004. – 280 с.
29. Иляскин А.В., Батурина Г.С., Каткова Л.Е., Соленов Е.И. Клатрин-зависимый эндцитоз в механизме антидиуретического действия вазопрессина //Биол. Мембраны, 2013. – Т. 30, вып. 1. – С. 3-13.
30. Клеточная сигнализация: Учебно-методическое пособие для практических занятий /сост. Н.М. Титова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 45 с.
31. Крестинина О.В., Одиноква И.В., Бабурина Ю.Л., Азарашвили Т.С. Влияние мелатонина на функционирование  $Ca^{2+}$ -индуцированной неселективной поры митохондрий головного мозга крыс при старении //Биол. Мембраны, 2013. – Т. 30, вып. 4. – С. 304-312.
32. Крещенко Н.Д. Пептидергическая сигнализация: иммуоцитохимическое определение FMRF-подобных пептидов в нервной системе планарий //Биол. Мембраны, 2013. – Т. 30, вып. 5.– С. 430-437.
33. Крутецкая З.И., Лебедев О.Е., Курилова Л.С. Механизмы внутриклеточной сигнализации. – СПб.: Изд-во С.Петербург. ун-та, 2003. – 208 с.
34. Литвинова Л.С., Шуплецова В.В., Юрова К.А., Мелашенко Е. С., Хазиахматова О.Г., Шаркеев Ю.П., Хлусов И.А. Новый подход к культивированию иммунокомпетентных клеток //Биол. Мембраны, 2018. – Т. 35, вып. 2. – С. 159-166.
35. Литвяков Н.В. Градиентный феномен экспрессии генов множественной лекарственной устойчивости в опухоли молочной железы при проведении неоадьювантной химиотерапии: связь с прогрессированием заболевания // Сибирский онкологический журнал. – 2013. – Т. 58. – № 4. – С. 5-11.
36. Марукович Н.И., Нестеренко А.М., Ермаков Ю.А. Структурные факторы во взаимодействии лизина и полилизиннов с липидными мембранами //Биол. Мембраны, 2014. – Т. 31, вып. 6. – С. 401-410.
37. Молекулярная эндокринология / Под ред. Б.Д. Вайнтрауба. – М.: Медицина, 2003. – 450 с.
38. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем /Пер. с англ. Хромов-Борисов Н.Н. – М.: Техносфера, 2005. – 256 с.
39. Огурцов А.Н. Биологические мембраны: учебное пособие / А.Н. Огурцов – Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. – 368 с.
40. Орлов Р.С., Ноздрачев А.Д. Нормальная физиология: учебник /2-е изд., исправл. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 832 с.
41. Панов П.В., Акимов С.А., Батищев О.В. Изопреноидные цепи липидов повышают устойчивость мембран к формированию сквозных пор //Биол. Мембраны, 2014. – Т. 31, вып. 5. – С. 331-335.
42. Пантелеев М.А., Абаева А.А., Баландина А. Н., Беляев А.В., Нечипуренко Д.Ю., Обыденный С. И., Свешникова А. Н., Шибекко А. М., Атауллаханов Ф.И. Внеклеточные везикулы плазмы крови: состав, происхождение, свойства //Биол. Мембраны, 2017. – Т. 34, вып. 3. – С. 155-161.
43. Савельев А.В. Методология синаптической самоорганизации и проблема дистальных синапсов нейронов //Журнал проблем эволюции открытых систем. — Казахстан, Алматы, 2006. — Т. 8, № 2. — С. 96—104.
44. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 280 с.
45. Скулачев В.П. Феноптоз – запрограммированная смерть организма //Биохимия, 1999. – Т. 64, № 12. – С. 1679-1788.
46. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. – М.: Наука, 1989. – 324 с.
47. Смирнов А.Н. Эндокринная регуляция /Под ред. В.А.Ткачука, М: «ГЕОТАР-Медиа», 2009. – 368 с.
48. Ставровская А.А., Стромская Т.П. Транспортные белки семейства ABC и множественная лекарственная устойчивость опухолевых клеток // Биохимия. – 2008. – Т. 73, Вып. 5. – С. 735–50.

49. Сухов В.С., Калинин В.А., Сурова Л.М., Шерстнева О.Н., Воденев В. А. Математическое моделирование  $H^+$ -сахарозного симпортера плазматической мембраны клеток высших растений //Биол. Мембраны, 2013. – Т. 30, вып. 2. – С. 128-135.
50. Тамкович С.Н., Тутанов О.С., Лактионов П.П. Экзосомы: механизмы возникновения, состав, транспорт, биологическая активность, использование в диагностике //Биол. Мембраны, 2016. – Т. 33, вып. 3. – С.163-175.
51. Ташкин В.Ю., Щербаков А.А., Апель Х.-Ю., Соколов В.С. Конкурентный транспорт ионов натрия и протонов в цитоплазматическом канале  $Na^+,K^+$ -АТФ-азы //Биол. Мембраны, 2013. – Т. 30, вып. 2. – С. 105-114.
52. Фаллер Д.М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. – М.: Изд-во БИНОМ, 2006. – 256 с.
53. Филиппов П.П. Как внешние сигналы передаются внутрь клетки // Соросовский образовательный журнал, 1998. – №3. – С. 28-34.
54. Хмельницкий А.И., Василевская Н.В., Черенкевич С.Н. Структура и свойства ионных каналов биологических мембран. Мн.: Издательский центр БГУ, 2004. – 167 с.
55. Шалабодов А.Д., Гусева Н.В. Основы мембранного транспорта /Под ред. А. А. Болдырева; Рос. Федерация. М-во образования. Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Тюм. гос. ун-т. – Тюмень : Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2001. – 165 с.
56. Яковлева О.В., Захарова А. В., Зефилов А.Л., Ситдикова Г.Ф. Анализ экзо- и эндоцитоза в нервном окончании мышцы при экспериментальном сахарном диабете //Биол. Мембраны, 2017. – Т. 34, вып. 2. – С. 142-152.

#### Интернет ресурсы:

1. Специализированная интернет-страница «действующих» моделей клеток - <http://www.cellsalive.com/>
2. База знаний по биологии человека – <http://humbio.ru/>
3. Биология и медицина – <http://www.medbiol.ru/>
4. Сайт, посвященный структурным компонентам клеток различных живых организмов – <http://www.ibiblio.org/virtualcell/textbook/chapter3/chapter3ru.htm>  
Лекции по биохимии мембран. Режим доступа:
5. <https://www.youtube.com/watch?v=9nLgDwYeKZM>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=BRZUc-9PXHk&feature=youtu.be>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=eEVIPQLIs0U>
8. <https://www.youtube.com/watch?v=zp4o9LBaDAo>

#### Методы и технологии обучения

1. Метод проектного обучения.
2. Методы эвристического обучения.

#### Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- создание коллективного письменного информационного творческого проекта;
- защита реферата по разделу «Межклеточные коммуникации».

## Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

### Темы проектов:

1. Митохондрии, как чудо в клетке.
2. Зачем клетке фабрики и мастерские эндоплазматического ретикулума?
3. Импорт и экспорт аппарата Гольджи.
4. Услуги лизосом – добро и зло.
5. Удивительные истории о жизни пероксисом.
6. Крепостные стены клеточного ядра.
7. Размышления о многоликости пластид.
8. Великие добродетели эритроцитов.
9. Гепатоцит – скромность и бесконечные обязанности.
10. Смысл жизни нейрональной мембраны.

### Темы рефератов

1. Контактная функция плазматической мембраны и ее значение. Классификация, структурно-функциональная и биохимическая характеристика межклеточных контактов.
2. Биохимия основных систем межклеточной коммуникации: эндокринной, паракринной, аутокринной.
3. Основные типы поверхностных клеточных рецепторов, их структурные и функциональные особенности. Взаимодействия лиганд-рецептор.
4. Биохимия гормональных рецепторов. Кинетика образования и распада гормон-рецепторных комплексов. Проявление наследственного дефекта рецепторов.
5. Современные представления о сигнальной трансдукции посредством гидрофобных молекул.
6. Система сигнальной трансдукции, опосредованная гидрофильными молекулами. цАМФ, цГМФ- и NO-опосредованные пути.
7. Рецепторы, связанные с ферментами: классификация и важнейшие лиганды. Рецепторы, управляющие трансмембранными ионными каналами.
8. Характеристика митоген-активируемых протеинкиназ (MAP-киназ). Сигнальный путь (каскад) передачи пролиферативных сигналов.
9. Пути передачи сигналов в клетку, опосредованные липидами (диацилглицерол, инозитолтрифосфат) и ионами кальция, другими липидами (эйкозаноидами).
10. Роль и пути передачи сигналов в клетку, опосредованные активными формами кислорода.
11. Биохимическая характеристика факторов роста, их рецепторов, механизм действия, роль в межклеточном взаимодействии.
12. Биохимическая характеристика стероидных гормонов, взаимодействие с клеткой-мишенью.

13. Биохимическая характеристика цитокинов (интерлейкины, интерфероны, хемокины, ростовые и колониестимулирующие факторы), механизм действия. Рекомбинантные препараты цитокинов и их применение.

14. Биохимическая характеристика простагландинов, их рецепторов, механизм действия, роль в межклеточном взаимодействии. Препараты простагландинов и их применение.

15. Характеристика ренин-ангиотензиновой системы, молекулярный механизм действия, рецепторы и антагонисты рецепторов ангиотензина II. Органопротективные свойства сартанов.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа учебной дисциплины, учебно-методический комплекс, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры                              | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup> |
|---|---|---|--|
| Клеточная биология  | Клеточной биологии и биоинженерии растений    | Отсутствуют   | Утвердить согласование протокол № 15 от 12 апреля 2018 г.  |
| Основы нейробиологии  | Физиологии человека и животных                | Отсутствуют   | Утвердить согласование протокол № 15 от 12 апреля 2018 г.  |
| Современные проблемы биологии                                 | Биохимии<br>Генетики<br>Молекулярной биологии | Отсутствуют   | Утвердить согласование протокол № 15 от 12 апреля 2018 г.  |



## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

| №№<br>ПП | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
|          |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

(название кафедры)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

\_\_\_\_\_

(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)