

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА БИОХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Утверждено:  
на заседании кафедры биохимии  
и биотехнологии  
протокол № 15 от 15 июня 2018 г.  
Зав. кафедрой Клорев Р.Г. Фархутдинов

Согласовано:  
Председатель УМК биологического  
факультета

Шпирная /И.А. Шпирная

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналинг

Вариативная часть, дисциплина по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа магистратуры**

направление подготовки (специальность)  
06.04.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки  
Профиль (и) подготовки  
«Биохимия и молекулярная биология»

Квалификация

магистр

Разработчик (составитель) профессор кафедры, д.б.н.	<u>Яруллина</u> Л.Г. Яруллина
--	----------------------------------

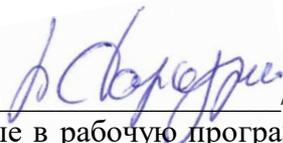
Для приема 2018 г.

УФА 2018

Составитель / составители: профессор, д.б.н. Л.Г. Ярулина

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 15 от 15 июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



/ Р.Г. Фархутдинов

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии: обновлены программное обеспечение, профессиональные баз данных и информационные справочные системы, протокол № 15 от 25 апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой



/ Р.Г. Фархутдинов

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
  - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения <sup>1</sup>		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать: основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, их особенностей и технологий реализации для освоения информации в области клеточной биологии	ОК -1- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.	
	Знать: молекулярные механизмы процессов, происходящих на мембранах клеток и клеточных структур; биологические функции молекул белков, липидов, входящих в состав биологических мембран; молекулярные механизмы работы транспортных систем на мембранах, в т.ч. ионных каналов, молекулярных насосов.	ОПК - 3 - способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	
	Знать: Фундаментальные основы функционирования важнейших структурно-функциональных компонентов клеток, биологических мембран для использования в практике.	ПК-4 – способность генерировать новые идеи и методические решения.	
Умения	Уметь: применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии и мембранологии.	ОК -1- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.	
	Уметь: применять принципы структурной организации мембран и механизмов мембранных процессов в научно-исследовательской и технологической деятельности.	ОПК - 3 - способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	
	Уметь: подготовить и провести эксперименты по изучению свойств и биологических мембран; осуществлять подбор физико-химических методов и использовать их для исследования свойств клетки; проводить обработку результатов эксперимента, оценивать, интерпретировать, а также использовать на производстве.	ПК-4 – способность генерировать новые идеи и методические решения.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть: технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности; навыками и технологиями.	ОК -1- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.	.

<p>2 .Владеть: терминологическим аппаратом дисциплины; методами экспериментальной (лабораторной) работы по мембранологии и внутриклеточного сигналинга, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, выделения различных клеточных органелл.</p>	<p>ОПК - 3 - способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов</p>	<p>.</p>
<p>3.Владеть: навыками решения профессиональных задач; навыками самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу, способностью генерировать новые идеи и методические решения в области клеточной биологии.</p>	<p>ПК-4 – способность генерировать новые идеи и методические решения.</p>	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналинг» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на м. 2 курсе в 3 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: молекулярная биология, генетика, физиология, биохимия, иммунология, экология, микробиология. Целью освоения дисциплины является формирование у студентов основополагающего уровня знаний о строении, свойствах биологических мембран, молекулярных механизмах транспорта молекул через мембраны и передачи сигнала в геном, а также получение практических навыков и умений для их исследования. Задачей дисциплины является формирование у студентов представлений о природе и разнообразии механизмов переноса молекул в клетку и о регуляции передачи сигнала на геном растений. После изучения данного модуля выпускник должен быть подготовлен к использованию знаний о молекулярных основах мембранного транспорта и внутриклеточного сигналинга в экологически безопасной защите растений от стрессовых факторов различной природы. Воспитательное значение курса связано с его ролью в формировании познавательной активности студентов; с рассмотрением особенностей транспорта веществ и возможности использования различных сигнальных молекул в регуляции активности растительного генома, а также с достижениями основных отечественных, зарубежных и международных проектных и научных организаций, работающих в области исследования мембранного транспорта и сигналинга. Изучение дисциплины является важным для формирования научного мировоззрения специалиста биологического направления и направлено на подготовку обучающихся к научно-исследовательской; научно-производственной и проектной; организационно-управленческой; педагогической; информационно-биологической деятельности.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине «Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналинг»

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОК -1- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

	освоения компетенций)				
Первый этап (уровень)	Знать: основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, их особенностей и технологий реализации для освоения информации в области клеточной биологии	Не знает: основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, их особенностей и технологий реализации для освоения информации в области клеточной биологии	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок: основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, их особенностей и технологий реализации для освоения информации в области клеточной биологии	Знает достаточно в базовом объеме: основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, их особенностей и технологий реализации для освоения информации в области клеточной биологии	Демонстрирует высокий уровень знаний: основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, их особенностей и технологий реализации для освоения информации в области клеточной биологии
Второй этап (уровень)	Уметь: применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии и мембранологии.	Не умеет: применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии и мембранологии.	Умеет на удовлетворительном уровне: применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии и мембранологии	Понимает и умеет оперировать методами и технологиями самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии и мембранологии	Демонстрирует высокий уровень понимания и умения применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии и мембранологии.
Третий этап (уровень)	Владеть: технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.	Не владеет технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности; навык.	На удовлетворительном уровне, допуская отдельные негрубые ошибки, владеет технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности;	Уверенно владеет навыками практического применения знаний о технологиях организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности;	Владеет и демонстрирует самостоятельное применение навыков практического применения знаний о технологиях организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности; навыками и технологиями.

Код и формулировка компетенции ОПК - 3 - способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических

объектов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно »)	3 («Удовлетворитель но»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: механизмы процессов, происходящих на мембранах клеток и клеточных структур; биологические функции молекул белков, липидов, входящих в состав мембран; молекулярные механизмы работы транспортных систем на мембранах, в т.ч. ионных каналов, молекулярных насосов	Не знает: механизмы процессов, происходящих на мембранах клеток и клеточных структур; биологические функции молекул белков, липидов, входящих в состав биологических мембран; молекулярные механизмы работы транспортных систем на мембранах, в т.ч. ионных каналов, молекулярных насосов	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок: процессов, происходящих на мембранах клеток и клеточных структур; биологические функции молекул белков, липидов, входящих в состав биологических мембран; молекулярные механизмы работы транспортных систем на мембранах, в т.ч. ионных каналов, молекулярных насосов	Знает достаточно в базовом объеме: знания основ механизмов процессов, происходящих на мембранах клеток и клеточных структур; биологические функции молекул белков, липидов, входящих в состав биологических мембран; молекулярные механизмы работы транспортных систем на мембранах, в т.ч. ионных каналов, молекулярных насосов	Демонстрирует высокий уровень знаний: механизмы процессов, происходящих на мембранах клеток и клеточных структур; биологические функции молекул белков, липидов, входящих в состав биологических мембран; молекулярные механизмы работы транспортных систем на мембранах, в т.ч. ионных каналов, молекулярных насосов
Второй этап (уровень)	Уметь: применять принципы структурной организации мембран и механизмов мембранных процессов в научно-исследовательской и технологической деятельности.	Не умеет (не ориентируется, допускает грубые ошибки): применять принципы структурной организации мембран и механизмов мембранных процессов в научно-исследовательской и технологической деятельности.	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок: применять принципы структурной организации мембран и механизмов мембранных процессов в научно-исследовательской и технологической деятельности.	Демонстрирует достаточно в базовом объеме, но допускает ошибки: применять принципы структурной организации мембран и механизмов мембранных процессов в научно-исследовательской и технологической деятельности.	Демонстрирует высокий уровень умений: применять принципы структурной организации мембран и механизмов мембранных процессов в научно-исследовательской и технологической деятельности.

Третий этап (уровень)	Владеть: терминологически м аппаратом дисциплины; методами экспериментальной (лабораторной) работы по микологии, физиологии и биохимии с соответствующим биологическим материалом.	Не владеет (не ориентируется, допускает грубые ошибки): терминологически м аппаратом дисциплины; методами экспериментальной (лабораторной) работы по микологии, физиологии и биохимии с соответствующим биологическим материалом.	Демонстрирует частичное владение без грубых ошибок: терминологически м аппаратом дисциплины; методами экспериментальной (лабораторной) работы по микологии, физиологии и биохимии с соответствующим биологическим материалом.	Демонстрирует достаточно в базовом объеме владение, но допускает ошибки: терминологическим аппаратом дисциплины; методами экспериментальной (лабораторной) работы по микологии, физиологии и биохимии с соответствующим биологическим материалом.	Демонстрирует высокий уровень владения: терминологическим аппаратом дисциплины; методами экспериментальной (лабораторной) работы по микологии, физиологии и биохимии с соответствующим биологическим материалом.
-----------------------	--	---	---	---	--

**Код и формулировка компетенции ПК-4 – способность генерировать новые идеи и методические решения.**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: фундаментальные основы функционирования важнейших структурно-функциональных компонентов клеток, биологических мембран для использования в практике.	Не знает фундаментальные основы функционирования важнейших структурно-функциональных компонентов клеток, биологических мембран для использования в практике.	Демонстрирует в целом верное, с некоторым количеством неточностей и ошибок, знание фундаментальных основ функционирования важнейших структурно-функциональных компонентов клеток, биологических мембран для использования в практике.	Демонстрирует уверенное знание с некоторым количеством неточностей фундаментальные основы функционирования важнейших структурно-функциональных компонентов клеток, биологических мембран для использования в практике.	Демонстрирует уверенное знание фундаментальных основ функционирования важнейших структурно-функциональных компонентов клеток, биологических мембран для использования в практике.

Второй этап (уровень)	Умеет применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии и клеточного сигналинга	Не умеет применять: методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной Биологии, мембранологии клеточного сигналинга	На удовлетворительном уровне умеет применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии и клеточного сигналинга	Уверенно владеет навыками применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии и клеточного сигналинга	Понимает и умеет применять на практике для самостоятельного решения исследовательских задач методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии клеточного сигналинга их задач навыки
Третий этап (уровень)	Владеть: методами и технологиями самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии клеточного сигналинга	Не владеет навыками технологиями самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии клеточного сигналинга	На удовлетворительном уровне, допуская отдельные негрубые ошибки, владеет технологиями самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии клеточного сигналинга	Уверенно владеет навыками технологиями самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии клеточного сигналинга	Уверенно владеет и может эффективно пользоваться технологиями самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии, мембранологии клеточного сигналинга

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
Знания	Знать: основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции, их особенностей и технологий реализации для освоения информации в области клеточной биологии	ОК -1- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.	Устный опрос, доклад с презентацией, дискуссия
	Знать: молекулярные механизмы процессов, происходящих на мембранах клеток и клеточных структур; биологические функции молекул белков, липидов, входящих в состав биологических мембран; молекулярные механизмы работы транспортных систем на мембранах, в т.ч. ионных каналов, молекулярных насосов	ОПК - 3 - способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	Доклад с презентацией, дискуссия
	Знать: Фундаментальные	ПК-4 – способность генерировать новые идеи и	Дискуссия,

	основы функционирования важнейших структурно-функциональных компонентов клеток, биологических мембран для использования в практике.	методические решения.	реферат
2-й этап Умения	Уметь: применять методы и технологии самоорганизации и самообразования для получения знаний в области клеточной биологии и мембранологии.	ОК -1- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.	Устный опрос , дискуссия
	Уметь: применять принципы структурной организации мембран и механизмов мембранных процессов в научно-исследовательской и технологической деятельности.	ОПК - 3 - способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	Лабораторная работа. Ответы на вопросы
	Уметь: подготовить и провести эксперименты по изучению свойств и биологических мембран; осуществлять подбор физико-химических методов и использовать их для исследования свойств клетки; проводить обработку результатов эксперимента, оценивать, интерпретировать, а также использовать на производстве	ПК-4 – способность генерировать новые идеи и методические решения.	Лабораторная работа Устный опрос
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть: технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности; навыками и технологиями.	ОК -1- способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.	Лабораторная работа. Ответы на вопросы.
	2. Владеть: терминологическим аппаратом дисциплины; методами экспериментальной (лабораторной) работы по мембранологии и внутриклеточного сигналинга, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, выделения различных клеточных органелл.	ОПК - 3 - способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	Реферат, доклад с презентацией
	3. Владеть: навыками решения профессиональных задач; навыками самостоятельной работы с литературой, включая периодическую научную литературу, способностью генерировать новые идеи и методические решения в области клеточной биологии.	ПК-4 – способность генерировать новые идеи и методические решения.	Лабораторная работа Устный опрос.

## Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: в экзаменационном билете – 3 вопроса. Вопрос первый оценивает степень сформированности общекультурных компетенций, вопрос второй – профессиональных компетенций, вопрос третий – общепрофессиональных компетенций.

### Примерные вопросы для экзамена по дисциплине «Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналинг»:

1. Классификация биомембран по структуре и расположению в клетках.
2. Функции биомембран.
3. Основные компоненты биомембран.
4. Структура трехслойной (бутербродной) модели мембраны, предложенной Даниэлли и Девсоном.
5. Жидкостно-мозаичная модель биомембраны.
6. Современные представления о структуре биомембран.
7. Фазовое состояние липидов в биомембранах.
8. Подвижность мембранных компонентов. Типы движения.
9. Какое латеральное или трансбислойное движение в биомембранах осуществляется легче и как это сказывается на постоянстве структуры функций мембран.
10. Фазовые переходы липидов в мембранах.
11. Искусственные мембраны, способы получения.
12. Задачи физического моделирования биомембран.
13. Виды транспорта веществ через биомембраны.
14. Химический и электрохимический потенциалы.
15. Виды пассивного транспорта.
16. Пассивный транспорт веществ через мембраны. Основные положения.
17. Градиент концентраций и градиент электрического поля при транспорте веществ (Уравнение Нернста-Планка).
18. Диффузия веществ. Закон Фика.
19. Механизм переноса воды через биомембраны.
20. Отличия облегченной диффузии веществ от простой.
21. Фильтрация.
22. Осмос.
23. Активный транспорт веществ через мембрану.
24. Сигнальные системы растительных клеток.
25. Передача сигнала в генетический аппарат.
26. Фитогормоны и их роль в передаче сигнала в растительной клетке.

### Критерии оценки:

- **отлично** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов предмета. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;

- **хорошо** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном все

вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **удовлетворительно** выставляется студенту, если при ответе на вопросы билета студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основного материала. Вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **неудовлетворительно** выставляется студенту, если ответ на вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и терминов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний на практике. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Образец экзаменационного билета:

**Утверждено**

**На заседании кафедры**

**Биохимии и биотехнологии**

**(протокол № 16 от 23.06.2017)**

**Зав. кафедрой \_\_\_\_\_**

## БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

### БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Экзаменационная сессия 2017/2018**

Дисциплина Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналинг

Экзаменационный билет №

1. Классификация биомембран по структуре и расположению в клетках.
2. Диффузия веществ. Закон Фика
3. Сигнальные системы растительных клеток.

### Примерные вопросы для устного опроса (дискуссии)

1. Основные факты о строении клеточной мембраны.
2. Перенос малых молекул через мембрану.
3. Пассивный транспорт с помощью белковых каналов и белков переносчиков. Диффузия через мембрану.
4. Активный транспорт (Na + K )-насос.
5. Роль (Na + K )-насоса в поддержании допустимого осмотического давления в клетке.

6. Транспорт за счет ионных градиентов. Симпорт, антипорт.
7. Транспорт путем векторного переноса групп.
8. Обменники. Регулировка рН.
9. Перенос через мембрану макромолекул и частиц.
- 10 В каких фазовых состояниях могут находиться липиды в мембранах?
- 11 Как отражается на физических параметрах мембраны фазовый переход из жидкокристаллического в гель-состояние?
10. Что влияет на температуру фазового перехода мембранах?

#### **Методика оценивания:**

Оценка степени сформированности каждой компетенции определяется полнотой ответа на вопрос. Неполный ответ на вопрос, ошибки в ответе на дополнительные вопросы соответствует начальному (пороговому) уровню овладения компетенцией (от 45 до 59%); полный ответ на вопрос, но ошибки в ответе на дополнительные вопросы - базовому уровню (от 60 до 79%); полный ответ на вопрос и на дополнительные вопросы - повышенному (продвинутому) уровню (от 80 до 100%) сформированности компетенций:

- **отлично** – выставляется при повышенном (продвинутом) уровне (от 80 до 100%) сформированности компетенций;
- **хорошо** – выставляется при базовом уровне (от 60 до 79%) сформированности компетенций;
- **удовлетворительно** - выставляется при начальном (пороговом) уровне сформированности компетенций (от 45 до 59%);
- **неудовлетворительно** - выставляется при овладении компетенцией ниже 45%.

### **Примеры лабораторных работ**

#### **Лабораторная работа 1. «Выделение мембранных комплексов»**

**Цель работы:** выделение ДНК из тканей растений, пригодной для проведения ПЦР.

**Материал и оборудование:** растения пшеницы (или замороженные ткани), микроцентрифуга, морозильник, вортекс, ступки с пестиками, прокаленный кварцевый песок, пробирки типа «Еппендорф», стаканчики различного объема, автоматические пипетки с наконечниками.

#### **Порядок работы.**

*Приготовление реактивов:*

- *Буфер для экстракции:* 100мМ Tris–HCl, рН 8,0; 50мМ ЭДТА; 500мМ NaCl; 1,25% SDS; 8,3мМ NaOH; 0,83% Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- *Буфер TE:* 10мМ Tris–HCl, рН 8,0; 1мМ ЭДТА.
- 3М ацетат калия, рН 5,0.
- SDS - 5%-ный раствор додецилсульфата натрия в буфере TE.
- 5М NaCl. Растворить 29,25 г NaCl в 80,0 мл воды и довести объём до 100,0 мл.
- Смесь фенол–хлороформ: водонасыщенный фенол (насыщенный 0,1М Tris–HCl, рН 8,0) смешивают в пропорции 1:1 с заранее приготовленной смесью

хлороформ–изоамиловый спирт. Смесь хлороформ–изоамиловый спирт в пропорции 24:1 по объёму.

Приготовить навеску 200 мг листьев растений, быстро заморозить навеску в жидком азоте (можно предварительно заморозить образцы при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в морозильнике). Образцы растереть в предварительно охлаждённой фарфоровой ступке до гомогенного состояния. Если нет жидкого азота, то при растирании к замороженным листьям необходимо добавить 0,1 г прокалённого речного песка и 300 мкл буфера для экстракции ДНК. Добавить в ступку 700 мкл буфера для экстракции, снова перемешать. Перенести растёртую массу в микропробирку типа «Эппендорф» на 2мл. Перемешать и инкубировать гомогенат при  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 10 минут на водяной бане. Добавить 220 мкл ацетата калия и поместить пробирку в холодильник на 20 минут. Центрифугировать пробу в течение 3 минут при скорости 10000 об/мин. Перенести супернатант (надосадочную жидкость) в чистую пробирку. К супернатанту добавить равный объём изопропанола, перемешать и центрифугировать 10 минут при 10000 об/мин для осаждения ДНК. Осадок ДНК промыть 70% этанолом, растворить в 200 мкл буфера TE. Для фенольной депротеинизации пробирку с раствором ДНК прилить равный объём фенол–хлороформной смеси, хорошо перемешать на вортексе и центрифугировать. Отобрать водную фазу (верхний слой) в чистую пробирку, не захватывая интерфазу. Повторить то же самое, используя смесь хлороформ–изоамиловый спирт. Отобрать водную фазу с ДНК в чистую пробирку, прилить к образцу 1/10 объёма 3М ацетата калия (рН 5,0), далее для осаждения ДНК прилить 2,5 объёма холодного 96% этанола. Пробу центрифугировать в течение 10 мин при скорости 12000 об/мин. Супернатант слить. Осадок промыть 70% спиртом. Высушить осадок ДНК на воздухе и растворить в 50 мкл буфера TE. В буфере TE можно хранить ДНК в холодильнике при  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  несколько месяцев.

## Лабораторная работа 2. «Выделение ДНК»

**Цель работы:** выделение ДНК из мицелия для проведения ПЦР.

**Материал и оборудование:** мицелий, микроцентрифуга, морозильник, встряхиватель, сушильный шкаф, вортекс, ступки с пестиками, прокалённый кварцевый песок, пробирки типа «Еппендорф», стаканчики различного объема, автоматические пипетки с наконечниками, стеклянные палочки, 200 мМ р-р Трис; 250 мМ р-р хлорида натрия; 25 мМ р-р трилона Б; 0,5% лаурилсульфат натрия, HCl.

**Порядок работы.**

*Приготовление реактивов:*

Экстрагирующий буфер: 200 мМ р-р трис; 250 мМ р-р хлорида натрия; 25 мМ р-р трилона Б; 0,5% лаурилсульфата натрия, (рН буфера довести HCl до значения 8,1).

*Ход работы:* Навеску мицелия массой 25 мг 5-7-дневной культуры *Septoria nodorum* мг поместить в пробирку объемом 1,5 мл, содержащую 400 мкл экстрагирующего буфера следующего состава. Далее, используя прокалённые стеклянные палочки, производили гомогенизацию материала. По окончании гомогенизации пробирку с растертым образцом закрывать, перемешать на встряхивателе 30-40 сек и инкубировать гомогенат при  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 15 минут на водяной бане.

После экстракции в пробирку добавить 350 мкл охлажденного 5М ацетата натрия (рН 5,0) и инкубировать на ледяной бане ( $T = 0^{\circ}\text{C}$ ) в течение 60 мин.

После инкубации гомогенаты центрифугировать при 10000g ( $T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в течение 20 мин. По окончании центрифугирования пипеткой отбирать 650 мкл супернатанта, перенести в другую центрифужную пробирку (объемом 1,5 мл) и смешать с 650 мкл хлороформа и центрифугировали при 10000g ( $T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в течение 20 мин.

По окончании центрифугирования пипеткой отобрать 500 мкл супернатанта, переносили в другую центрифужную пробирку на 1,5 мл и добавить 500 мкл изопропанола. Содержимое пробирки перемешать на встряхивателе 5 мин. Далее центрифугировать при 10000g ( $T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в течение 15 мин.

Супернатант слить, а полученный осадок ДНК промыть 1000 мкл 65% этанола, охлажденного до температуры  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После промывания пробирки центрифугировать при 10000g ( $T = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в течение 15 мин. Процедуру промывки провести 2-3 раза для удаления из осадка остатков трилона Б, ацетата натрия и изопропанола.

После промывки этанолом пробирки поместить в штативе горизонтально и, открыв крышки, просушить осадок ДНК в течение 30-40 мин. ( $T = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) до полного испарения этанола. Высушенный осадок растворить в 100 мкл бидистиллированной и деионизированной. Растворенную ДНК можно хранить при  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  несколько недель.

Работу производить, используя средства индивидуальной защиты (рабочий халат, одноразовые медицинские перчатки). После работы вымыть руки с мылом.

### **Лабораторная работа 3. «Выделение РНК»**

**Цель работы:** выделение РНК с использованием гуанидинтиоцианата и тризола.

**Материал и оборудование:** растения пшеницы, микроцентрифуга, морозильник, встряхиватель типа 358S (Epra, Польша), вортекс, ступки с пестиками, пробирки типа «Еппендорф», стаканчики различного объема, автоматические пипетки с наконечниками буфер гуанидинтиоционат, 3M CN COONa (pH 5,0), дистиллированная вода, обработанная DEPS, 10% додецилсульфат натрия (SDS), фенол, хлороформ, изопропанол, 8M LiCl, тризол, вода высокой очистки (mQ).

#### **Порядок работы.**

Проростки растений (100 мг) растереть в жидком азоте до гомогенного состояния. К полученному объему добавить буфер гуанидинтиоционат, 3M CN COONa и 10% SDS, тщательно гомогенизировать. Затем добавить равное количество водонасыщенного (pH 5,0) фенола и хлороформа, интенсивно перемешать на встряхивателе и центрифугировали при 10000 об/мин в течение 20 минут при  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Водную фазу перенести в чистую пробирку с равным объемом водонасыщенного фенола и хлороформа, вновь тщательно перемешивали и центрифугировали при тех же условиях. На последнем этапе выделения добавить изопропанол и оставляли при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  минимум на один час для формирования осадка РНК. Перед использованием РНК осадить центрифугированием, промыть 70% этанолом и растворить в минимальном количестве дистиллированной воды, обработанной DEPS. Для более тщательной

очистки от примесей ДНК осадок РНК осаждали 8М LiCl в течение ночи. Все процедуры с РНК проводили при 0 - +4°C

*Выделение РНК с помощью тризола.* Растереть растительный материал (100-120 мг) в жидком азоте до гомогенного состояния и перенести в пробирку. Добавить 1 мл тризола. Центрифугировать при 12000 g 10 мин при 4°C. Отобрать надосадочную жидкость в новую пробирку. Добавляем 0,5 мл водонасыщенного фенола и хлороформа. Инкубируем 10 мин при комнатной температуре, периодически перемешивая. Центрифугируем при 12000 об/мин при 4°C. Смесь разделяется на три фазы: прозрачная верхняя водная, содержит РНК, в виде белой пленки интерфаза, которая содержит белки, нижняя красная фенол-хлороформная. Отобрать верхнюю прозрачную фазу в новую пробирку. Добить равный объем хлороформа. Инкубировать 10 мин на столе, периодически, перемешивая. Центрифугировать при 12000 g 10 мин при 4°C. Повторять очистку РНК хлороформом до тех пор, пока полностью не исчезнет интерфаза. Перенести верхнюю фазу в новую пробирку. Добавить 1 мл изопропилового спирта для осаждения РНК. Инкубировать при -20°C минимум 1 ч (лучше оставить на ночь). Центрифугировать при 12000 g 10 мин при 4°C. РНК формирует гелеподобную гранулу в нижней части пробирки. Слить надосадочную жидкость и промыть осадок РНК 75% этиловым спиртом. Центрифугировать при 8000 g 5 мин при 4°C. Слить надосадочную жидкость и растворить осадок в небольшом количестве воды mQ (20-50 мкл). Хранить при -20°C не больше 2 недель.

#### **Лабораторная работа 4. «Визуализация продуктов ПЦР»**

**Цель работы:** проведение ПЦР и визуализация продуктов амплификации.

**Материалы и оборудование:** амплификатор ТП4-ПЦР-01-«Терцик», пробирки типа «Эппендорф», весы, микроволновая печь, электрофоретическая камера S2 фирмы ООО «Хеликон» (Россия), источник питания Эльф-8 фирмы ДНК-Технология (Россия), набор реактивов для ПЦР, ДНК, праймеры (10 пМ/мкл), смесь нуклеотидов *dNTP-mix* (2мМ), раствор хлорида магния (25мМ), *Taq*-полимераза (5 ед/мкл), 10х ПЦР-буфер, ТАЕ-буфер, содержащий 40 мМ трис-ацетата (рН 7.6) 2 мМ ЭДТА.

#### **Порядок работы.**

*Приготовить растворы:*

1. ПЦР-буфер (200мМ Tris-HCl, рН 8,4; 500мМ KCl; 0,01% Tween 20) – 2 мкл;
2. 2 мМ dNTP mix (смесь из всех 4-х дезоксирибонуклеозидтрифосфатов с концентрацией по 2 мМ каждого) – 2 мкл;
3. 25мМ раствор MgCl<sub>2</sub> – 2 мкл;
4. Праймер ND2 For: 5'-GCAATTTTCATGACCACCACC-3' – 2 мкл;
5. Праймер ND2 Rev: 5'-GAGTGAGGGGTAAGATAGTG-3' – 2 мкл;
6. ДНК-мишень: общая ДНК *Septoria nodorum* (40 нг/мкл) – 3 мкл;
7. Вода деионизованная – 6,8 мкл;
8. *Taq*-полимераза – 0,2 мкл.

Подготовка к проведению электрофорез ДНК:

1. В стерильной пластиковой тонкостенной пробирке на 0,5 (0,2) мл смешать указанные выше компоненты, довести объем при помощи деионизованной воды до 20 мкл. Фермент (*Taq*-полимеразу) добавлять последним.

2. Центрифугировать 15 с. Нанести поверх реакционной смеси немного

минерального масла для предотвращения испарения ( $\approx 30$  мкл пипеткой или каплей). Если ДНК-амплификатор имеет нагреваемую крышку, то масло добавлять не нужно. Поместить пробирки в ДНК-амплификатор.

3. Запустить следующий режим ПЦР: предварительная денатурация матрицы при  $95^{\circ}\text{C} - 5$  мин, затем 30 циклов амплификации:  $95^{\circ}\text{C} - 30$  с,  $57^{\circ}\text{C} - 30$  с,  $72^{\circ}\text{C} - 1$  мин, затем задать температуру  $72^{\circ}\text{C} - 5$  мин (окончательная достройка цепей) и вывести на  $+4^{\circ}\text{C} -$  режим хранения. Расчётная температура отжига обоих праймеров составляет  $60^{\circ}\text{C}$ .

4. Провести электрофорез ДНК, сфотографировать гель.

*Проведение электрофоретического анализа.* На данном этапе проводится разделение смеси продуктов амплификации методом горизонтального электрофореза в агарозном геле. Анализ продуктов ПЦР методом электрофореза в агарозном геле. Электрофорез проводить в электрофоретической камере S2 фирмы ООО «Хеликон» (Россия). Источниками питания служит прибор Эльф-8. Продукты ПЦР разделять электрофорезом в 2,5% агарозном геле в трис-ацетатном буфере (40 мМ трис(гидроксиэтил)аминометана, 20 мМ ледяной уксусной кислоты и 1 мМ EDTA) при постоянном напряжении 10 В/см. При разделении фрагментов ДНК электрофорез проводить при напряжении 120 В в течение 1 часа – 1 часа 30 мин.

Для определения молекулярного веса амплифицированных фрагментов использовали ДНК маркер 100-1000 п.н. с шагом 100 п.н. GeneRuler («Fermentas», Литва).

*Заливка агарозного геля:* взвесить необходимое количество агарозы (2,5%), долить буфер до нужного объёма, агарозу довести до кипения, кипятить 30-60" (вынимать из микроволновой печи осторожно - может резко вскипеть), остудить до  $50-60^{\circ}\text{C}$  (лучше с покачиванием); "пролить" спейсеры, дать агарозе застыть в течение 2-4', залить плашки, дать агарозе застыть в течение 0.5-1 ч (гребенку не вынимать).

*Измерение концентрации ДНК/РНК.* Предел измерения прибора  $\sim 0.1\mu\text{g/ml}$ , т.е. на анализ требуется  $\geq 0.01\mu\text{g}$ . Удобнее пользоваться "маленькой" (100 $\mu\text{l}$ ) ячейкой. Чтобы кривизна поверхности жидкости не влияла на измерения лучше брать объем образца равный 130 $\mu\text{l}$ . На отношение  $A_{260}/A_{280}$  (1.8-1.9 - весьма чистая ДНК, 1.9-2.0 –РНК) имеет смысл обращать внимание только если измерение проводится в буферном растворе (например, TE) при нейтральном рН.

*Измерение концентрации олигонуклеотидов.* Молекулярный коэффициент экстинкции (ОД).ОД - единица измерения количества олигонуклеотидов, соответствует количеству, которое в 1мл на пути 1см дает  $A_{260}=1$  (вес может находиться в пределах 20-33 $\mu\text{g}$  в зависимости от состава олигонуклеотида. Обычно он  $\sim 33\mu\text{g}$ ).

*Визуализация продуктов электрофореза* производится окрашиванием гелевых пластин в растворе бромистого этидия. Гелевая пластина помещается в раствор бромистого этидия (0,5 мкг/мл) и выдерживалась в красителе в течение 15 мин. Затем гель извлекался и промывался в дистиллированной воде для удаления остатков красителя. Для визуального наблюдения гель помещался в УФ-транслюминатор. Фотодокументирование продуктов электрофореза достигается за счет видеосканирования в УФ-свете специальной системой Image Master (фирма "Amersham Pharmacia Biotech"). Расчет размеров выявляемых зон производится с помощью программного обеспечения Quantity One (фирма "Biorad"). Анализ размеров ампликонов, получаемых в ходе ПЦР-диагностики проводится с помощью программы Beacon Designer V.3.0., CLC Sequence Viewer 6., NEB Cutter 2.0.

## Примеры контрольных вопросов к лабораторным работам:

1. Биологическая мембрана состоит:

1. Из двух слоев белков
2. Из двух слоев углеводов
3. Из двух слоев липидов
4. Из одного слоя липида
5. Нет правильного ответа

2. Нейтральные жиры – это...

1. сложные эфиры этиленгликоля и жирных кислот
2. сложные эфиры глицерина и жирных кислот
3. сложные эфиры моноатомных спиртов и жирных кислот
4. сложные эфиры любых спиртов и жирных кислот

3. Фосфолипиды подразделяются на:

1. глицерофосфолипиды и сфингофосфолипиды
2. этиленгликольфосфолипиды и ацетилхолинфосфолипиды
3. этаноламинфосфолипиды и диацилфосфолипиды
4. инозитфосфолипиды и сфингофосфолипиды

4. Остатки молекул углеводов располагаются:

1. на внутренней стороне клеточной мембраны
2. на внешней стороне клеточной мембраны
3. Пронизывает бислой липидов
4. между двумя слоями липидов

5. Выберите правильную формулу пальмитиновой кислоты:

1.  $C_{15}H_{35}COOH$
2.  $C_{16}H_{35}COOH$
3.  $C_{15}H_{34}COOH$
4.  $C_{17}H_{33}COOH$
5.  $C_{15}H_{31}COOH$

6. Для оптимального расщепления липидов необходимы:

1. коагулянты – соли жирных кислот
2. эмульгаторы – жёлчные кислоты
3. эмульгаторы - производные глицерина
4. стабилизаторы - производные нуклеотида

7. При  $\beta$ -окислении жирных кислот получается...

1. ацил-КоА и ацетил-КоА
2. ацил-КоА
3. низкомолекулярные кислоты
4. смесь монокарбоновых и дикарбоновых кислот

8. . В одном цикле биосинтеза жирных кислот получают:

1. ацетил-КоА и малонил-КоА
2. бутирил-КоА
3. малонил-КоА
4. бутирил-КоА и ацетил-КоА

9. Сколько ккал энергии выделяется при расщеплении 1 г жира:

1. 3,4 ккал
2. 4,1 ккал
3. 9,3 ккал
4. 17,6

**. Методика оценивания:**

- **отлично** – выставляется при повышенном (продвинутом) уровне (от 80 до 100%) сформированности компетенций (сдача в срок правильно оформленной лабораторной работы и правильные ответы на 3 контрольных вопроса);

**хорошо** – выставляется при базовом уровне (от 60 до 79%) сформированности компетенций (сдача в срок правильно оформленной лабораторной работы и правильные ответы на 2 контрольных вопроса их 3-х);

- **удовлетворительно** - выставляется при начальном (пороговом) уровне сформированности компетенций (от 45 до 59%) (сдача в срок правильно оформленной лабораторной работы и ответ на 1 контрольный вопрос);

- **неудовлетворительно** - выставляется при овладении компетенцией ниже 45% (не выполнил и не сдал в срок лабораторную работу).

**Список примерных тем рефератов по дисциплине**

- 1 . Биомембраны: строение и функции.
2. Жидкостно-мозаичная модель биомембраны.
3. Подвижность мембранных компонентов. Типы движения.
4. Какое латеральное или трансбислойное движение в биомембранах осуществляется легче и как это сказывается на постоянстве структуры функций мембран.
5. Фазовые переходы липидов в мембранах.
6. Искусственные мембраны, способы получения.
7. Виды транспорта веществ через биомембраны. Пассивный транспорт веществ через мембраны. Основные положения.
8. Диффузия веществ.
9. Механизм переноса воды через биомембраны.
11. Ионные каналы.

12. Облегченная диффузия веществ.
13. Фильтрация.
14. Активный транспорт: механизм, значение.

#### **Методика оценивания:**

Оценка степени сформированности каждой компетенции определяется полнотой раскрытия темы реферата, использованием необходимого количества источников литературы и объемом работы. Недостаточное количество использованных источников литературы и неполное раскрытие темы соответствует начальному (пороговому) уровню овладения компетенцией (от 45 до 59%); несоответствие одному критерию - базовому уровню (от 60 до 79%); соответствие всем критериям - повышенному (продвинутому) уровню (от 80 до 100%) сформированности компетенций:

- **отлично** – выставляется при повышенном (продвинутом) уровне (от 80 до 100%) сформированности компетенций;
- **хорошо** – выставляется при базовом уровне (от 60 до 79%) сформированности компетенций;
- **удовлетворительно** - выставляется при начальном (пороговом) уровне сформированности компетенций (от 45 до 59%);
- **неудовлетворительно** - выставляется при овладении компетенцией ниже 45%.

#### **Вопросы для устного опроса (подготовка доклада с презентацией)**

##### Занятие № 1.

1. Состав биологических мембран.
2. Мембранные липиды: структура и свойства. Основные классы липидов биологических мембран.
3. Общая характеристика мембранных белков. Мембранные белки.
4. Принципы структурной организации мембранных белков. 5. Трансмембранные белки.
5. Выделение и очистка мембранных белков.
6. Характеристика очищенных интегральных мембранных белков. Определение молекулярной массы мембранных белков.

##### Занятие №2.

1. Подвижность липидов и белков в биологических мембранах.
2. Фазовые превращения в биологических мембранах. Фазовые переходы. Температура фазового перехода.
3. Микровязкость мембран. Факторы, ограничивающие подвижность белков биологических мембран.
4. Фазовый переход гель-жидкий кристалл.
5. Методы изучения фазовых переходов гель-жидкий кристалл.

6. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов.
7. Биологическое значение фазового перехода гель-жидкий кристалл

#### Занятие № 3.

1. Сигнальные системы растений.
- 2.
3. Передача сигнала в ядерный аппарат клетки.
4. Строение рецепторов.
5. Фитогормоны и их значение в передаче сигнала.
6. Стрессовые гормоны.
7. Сигнальные пептиды.
8. Кальций и его роль в передаче сигнала в клетке.

#### Методика оценивания:

Оценка степени сформированности каждой компетенции определяется полнотой раскрытия темы вопроса. Неполный ответ на вопрос, ошибки в ответе на дополнительные вопросы соответствует начальному (пороговому) уровню овладения компетенцией (от 45 до 59%); полный ответ на вопрос, но ошибки в ответе на дополнительные вопросы - базовому уровню (от 60 до 79%); полный ответ на вопрос и на дополнительные вопросы - повышенному (продвинутому) уровню (от 80 до 100%) сформированности компетенций:

- **отлично** – выставляется при повышенном (продвинутом) уровне (от 80 до 100%) сформированности компетенций;
- **хорошо** – выставляется при базовом уровне (от 60 до 79%) сформированности компетенций;
- **удовлетворительно** - выставляется при начальном (пороговом) уровне сформированности компетенций (от 45 до 59%);
- **неудовлетворительно** - выставляется при овладении компетенцией ниже 45%.

Окончательная оценка вклада дисциплины «Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналинг» в формирование каждой компетенции проводится на основании суммы среднего процента правильных ответов, вычисленного для каждой компетенции на основании результатов всех оценочных средств плюс ответы на соответствующие вопросы экзаменационного билета. При оценке степени сформированности компетенции используются следующие критерии:

- от 45 до 59% - начальный (пороговый) уровень овладения компетенцией - соответствует оценке **«удовлетворительно»**;
- от 60 до 79% - базовый уровень - соответствует оценке **«хорошо»**;
- от 80 до 100% - повышенный (продвинутый) уровень сформированности компетенции – оценке **«отлично»**.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Рубин А.Б. Биофизика: Учебник М.: Книжный дом «Университет» .1, 2 том. 2009. 623 с.

#### **Дополнительная литература:**

2. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высш. шк., 2005. 742 с.
3. Молекулярно-генетические и биохимические методы современной биологии растений. Под редакцией Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецова, Г.А. Романова. М.: БИНОМ. 2011.
4. Яруллина Л.Г., Ибрагимов Р.И., Цветков В.О., Яруллина Л.М., Шпирная И.А. Лабораторные методы исследования возбудителей болезней сельскохозяйственных растений. Учебное пособие. – Уфа: РИЦ БашГУ. 2016. 105 с.
5. Тарчевский И.А. Сигнальные системы растений. Москва, Наука. - 2002. – 298 с.
6. Ленинджер А. Основы биохимии: / А. Ленинджер В 3-х т. Т. I, Пер. с англ.- М. 1985-367 с, ил.
7. Биологические мембраны. Двенадцать очерков о структуре, свойствах и функциях мембран /Под ред. Д. Парсона/ М.: Атомиздат, 1978. 176 с.
8. Уилсон К., Уолкер Дж. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. 859 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=8811](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8811) (открытый режим доступа, 01.10.2014)
9. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии 2. Клетки / под ред. Б. Льюина и др.; пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 214 с.
10. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера в 3 томах.- М.,СПб : Бином, 2011. 284 с.
11. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем. Пер. с англ. Н.Н. Хромова- Борисова. М.: Техносфера, 2005. 255 с.
12. Таганович, А.Д. Патологическая биохимия: - М.: БИНОМ, 2013. 448 с.
13. Филиппович, Ю.Б. Биохимические основы жизнедеятельности человека: Учебное пособие для студентов вузов/ М.: ВЛАДОС, 2005. 407 с.
14. Чиркин А.А. Практикум по биохимии. Минск. Новое знание, 2002. 176 с.
15. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М.: НИИ биомедицинской химии РАМН. 1999. 276 с.

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

[www.biophys.msu.ru](http://www.biophys.msu.ru),  
[www.biophys.phys.msu.ru](http://www.biophys.phys.msu.ru) - кафедры биофизики МГУ.  
[www.ibp.ru](http://www.ibp.ru) – институт биофизики Сибирского отделения РАН  
[www.nkj.ru](http://www.nkj.ru) – журнал «Наука и жизнь»  
[www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org) – журнал «Science»  
[www.library.biophys.msu.ru/lectures](http://www.library.biophys.msu.ru/lectures) – лекции по биофизике  
<http://www.booksmed.com/biologiya/900-biofizika-revin-uchebnik.html> – учебник  
<http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия  
 международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной  
 биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и  
 биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший  
 российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и  
 образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей  
 и публикаций.  
<http://6years.ru/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит  
 большое количество книг, учебных пособий биохимической и биофизической  
 направленности.  
[http://bio.fizteh.ru/student/files/biophys/biophys\\_trukhan.pdf](http://bio.fizteh.ru/student/files/biophys/biophys_trukhan.pdf) - Трухан Э.М. Введение в  
 биофизику: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2008. 242 с.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1 4	Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналлинг	<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной</b></p>	<p><b>Аудитория № 324</b> Учебная мебель, доска, экран на штативе DIQUIS, проектор Sony VPL-EX 100, ноутбук AserExtensa 7630G-732G25Mi.</p> <p><b>Аудитория № 327</b> Учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран ClassicSolutionNorma настенный, ноутбук Lenovo B570e.</p> <p><b>Аудитория № 329</b> Учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы Ohaus SPU-202, термостат ТСО 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, шкаф вытяжной большой – 2 шт., магнитная мешалка ММ-4, весы торсионные, экран на штативе Dехр ТМ-80, шкаф вытяжной – 2 шт.</p> <p><b>Аудитория № 428</b> Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиа-проектор InFocusIN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный ClassicNorma, моноблоки стационарные - 2 шт.</p> <p><b>Читальный зал №1</b> Учебная мебель, учебный и справочный фонд, неограниченный круглосуточный доступ к</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.</p>
--------	---	--	---	--

		<p><b>аттестации:</b> аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 428 (учебный корпус биофака), читальный зал №1 (главный корпус).</p>	<p>электронным библиотечным системам (ЭБС) и БД, моноблоки стационарные – 5 шт, МФУ (принтер, сканер, копир) - 1 шт., Wi-Fi доступ для мобильных устройств устройств</p>	
--	--	---	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Мембранный транспорт и внутриклеточный сигналинг на 3 семестр  
(наименование дисциплины)  
очная  
форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: профессор, д.б.н. Яруллина Л.Г.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Практические занятия: профессор, д.б.н. Яруллина Л.Г.  
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	10
практических/ семинарских	
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	55
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма(ы) контроля:

экзамен 3 семестр

зачет \_\_\_\_\_ семестр



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Модели биологических мембран</b> Основные функции биологических мембран. Три основных функции биологических мембран.	2			12	Основная литература: 1, 2, 3, 4,9 Дополнительная литература: 9, 12	Современные представления о структуре мембран	Устный опрос, Дискуссия
2.	<b>Липиды биологических мембран.</b> Мембранные липиды: структура и свойства. Основные классы липидов биологических мембран.	2		4	12	Основная литература: 1,2, 3 Дополнительная литература: 11, 13	Состав биологических мембран. Практическое применение знаний о строении мембран. Подготовка к устному опросу с презентацией. Подготовка реферата.	Устный опрос, дискуссия Защита лабораторной работы
3.	<b>Общая характеристика мембранных белков.</b> Мембранные белки. Принципы структурной организации мембранных белков. Связывание с белками, погруженными в бислой. Связывание с поверхностью бислоя. Связывание с помощью гидрофобного "якоря". Характеристика очищенных интегральных мембранных белков. Определение молекулярной массы мембранных белков.	2		4	12	Основная литература: 1, 2, 3, 8,9 Дополнительная литература: 11,14,15	Трансмембранные белки. Выделение и очистка мембранных белков. Подготовка к устному опросу. Написание реферата.	Доклад с презентацией с презентацией Защита лабораторной работы

4.	<b>Подвижность липидов и белков в биологических мембранах.</b> Фазовые превращения в биологических мембранах. Фазовые переходы. Температура фазового перехода. Микровязкость мембран. Факторы, ограничивающие подвижность белков Биологических мембран. Фазовый переход гель-жидкий кристалл. Методы изучения фазовых переходов гель-жидкий кристалл. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов. Биологическое значение фазового перехода гель-жидкий кристалл	2		4	12	Основная литература: 1, 2 Дополнительная литература: 4,9,10	Спектроскопия <sup>1</sup> H-ЯМР. Методыс использованием молекулярных зондов (флуоресцентных и спиновых). Метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Подготовка к устному опросу. Написание реферата	Доклад с презентацией с презентацией  Защита лабораторной работы
5	Сигнальные системы растений. Передача сигнала в ядерный аппарат клетки. Строение рецепторов. Фитогормоны и их значение в передаче сигнала. Типы фитогормонов: строение и функции. Стрессовые гормоны Сигнальные пептиды. Кальций и его роль в передаче сигнала в клетке.	2		4	7	Основная литература: 1, 2, 3 Дополнительная литература: 5,9,12,13	Практическое применение знаний о сигнальных системах растений. ПЦР и ее виды. Подготовка к устному опросу с презентацией. Подготовка реферата	Доклад с презентацией с презентацией  Защита лабораторной работы  Реферат
	<b>Всего часов:</b>	8	18		91			

