

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
биологической и медицинской  
физики**

**Д.В. Кузьмин**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Молекулярные механизмы мембранного транспорта
<b>по направлению:</b>	Биотехнология
<b>профиль подготовки:</b>	Биомедицинские технологии Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра физико-химической биологии и биотехнологии
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: А.А. Василевский, канд. хим. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры физико-химической биологии и биотехнологии 04.06.2020

## Аннотация

Целью данной дисциплины является приобретение слушателями знаний по теоретическим аспектам мембранного транспорта, методам изучения механизмов нервного возбуждения, принципам структурной организации ионных каналов, нейрорецепторов и нейрорегуляторов. Важнейшие функции клетки связаны с работой мембранных систем, к которым относятся ионные каналы, рецепторы, биоэнергетические комплексы и др. Студент после освоения курса будет понимать принципы структурной организации АТФаз, понятие о проницаемости клеточной мембраны, молекулярные механизмы передачи нервного импульса, принцип действия нейротоксинов, структуру и функцию натриевых, кальциевых и калиевых каналов, глутаматных рецепторов, механорецепторов, молекулярные механизмы экзоцитоза.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

приобретение слушателями знаний по теоретическим аспектам мембранного транспорта, методам изучения механизмов нервного возбуждения, принципам структурной организации ионных каналов, нейрорецепторов и нейрорегуляторов. Важнейшие функции клетки связаны с работой мембранных систем, к которым относятся ионные каналы, рецепторы, биоэнергетические комплексы и др.

#### Задачи дисциплины

рассмотрение методов исследования мембранных транспортных систем, современных представлений молекулярной организации, функции и регуляции основных представителей указанных систем. Предполагается обратить особое внимание на молекулярные аспекты передачи нервного импульса и функционирования электровозбудимых и хемовозбудимых ионных каналов, структурно-функциональной организации систем активного транспорта. Представляется, что использование результатов последних исследований, наряду с рассмотрением классических представлений о мембранных транспортных системах позволит слушателям курса получить полное представление о современном состоянии данной области науки.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для постановки и решения научно-исследовательских задач в области биоинженерии и биоинформатики
	ПК-1.3 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками)	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области

ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- понятие о проницаемости клеточной мембраны;
- принципы структурной организации АТФаз;
- молекулярные механизмы передачи нервного импульса;
- принцип действия нейротоксинов;
- структуру и функцию натриевых, кальциевых и калиевых каналов, глутаматных рецепторов, механорецепторов;
- молекулярные механизмы экзоцитоза.

уметь:

- применять полученные знания для решения профессиональных и научных задач.

владеть:

- навыками усвоения больших объемов информации;
- понятийным аппаратом в области молекулярных механизмов мембранного транспорта.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Ионные каналы		6		15
2	Нейротоксины		6		15
3	Передача нервного импульса		6		15
4	Понятие о проницаемости клеточной мембраны. Ионотропы. Экзоцитоз и эндоцитоз		6		15
5	Хемовозбудимые ионотропные рецепторы и механорецепторы		6		15
Итого часов			30		75
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

##### 1. Ионные каналы

Электровозбудимые натриевые каналы. Принцип работы. Структура каналов. Молекулярные механизмы активации каналов.

Калиевые каналы. Роль в передаче нервного импульса. Потенциал действия. Принцип работы калиевых каналов. Структура каналов. Молекулярные механизмы активации каналов. Строение поры канала. Принцип избирательности ионов. Классификация калиевых каналов. Блокаторы калиевых каналов. Болезни, связанные с нарушением функции калиевых каналов. Са-активируемый К канал (MthK) из *Methanobacterium thermoautotrophicum*. Кристаллическая структура канала в (кальций связанном) открытом состоянии. Кальциевый канал. Строение кальциевого канала. Субъединицы ионных каналов. Хлорный канал. Принцип работы. Структура каналов. Молекулярные механизмы активации каналов. Протонактивируемые каналы.

## 2. Нейротоксины

Природные токсины - инструменты исследования. Классификация. Структура. Использование. Летальные дозы токсинов. Тетродотоксин. Батрахотоксин. Бутулинистический токсин. Структуры нейротоксинов. Блокировка калиевых каналов токсинами скорпиона. Пресинаптические нейротоксины. Столбнячный токсин. Токсины из яда кобры. Токсины пауков. Конотоксины.

## 3. Передача нервного импульса

Потенциал действия. Основные ионы клетки. Концентрации ионов в клетке и внешней среде. Деполяризация мембраны. Основные ионные каналы. Медиаторы. Синапс. Постсинаптическая мембрана. Пресинаптическая мембрана. Рецепторы. Синаптическая щель. Нейрон — структурно-функциональная единица нервной системы. Аксоны и дендриты. Механизм проведения нервного импульса.

## 4. Понятие о проницаемости клеточной мембраны. Ионофоры. Экзоцитоз и эндоцитоз

Молекулярные основы экзоцитоза. Основные белки экзоцитоза. Везикулярные рецепторы. SNAP-белок и его рецепторы. Строение везикулы. Связывающие белки. Молекулярный механизм экзоцитоза - шаг за шагом.

## 5. Хемовозбудимые ионотропные рецепторы и механорецепторы

Трансмембранные рецепторные системы, состоящие из нескольких субъединиц. Медиаторы хемовозбудимых рецепторов. Ионотропные лиганд-зависимые каналы. Метаботропные GPCR-рецепторы. Ацетилхолин и ацетилхолиновый рецептор. Субъединицы ацетилхолинового рецептора. Механизм активации ацетилхолинового рецептора. Сайт связывания ацетилхолина.

Хемовозбудимые хлорные каналы (рецепторы ГАМК и глицина).

Глутаматные рецепторы. Основные характеристики глутаматных рецепторов и их субъединиц. Механизм активации рецептора. Классификация глутаматных рецепторов.

Хемовозбудимые кальциевые каналы. Рецепторы инозитолтрифосфата и рианоцина. Два класса рецепторов. Механизм действия рецептора - биофизическая и молекулярная модели.

Субъединичный состав хеморецепторов.

Механорецепторы. Основные характеристики механорецепторов. Принцип работы механорецепторов.

## 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Оборудование, необходимое для практических занятий: учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).  
Обеспечение самостоятельной работы: научно-библиографические и патентные базы данных в области физико-химической биологии, доступные по сети Интернет в бесплатном режиме - Science Citation Index (Web of Science), Medline (PubMed), Научная электронная библиотека (НЭБ), Российская патентная БД ФГУ ФИПС и американская патентная БД USPAFULL; электронные адреса крупных научных издательств, предоставляющих доступ к полным текстам текущих и архивным выпускам этих журналов.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

Базовая кафедра предоставляет литературу

1. Ю.А.Овчинников. Биоорганическая химия. М., "Просвещение", 1987.
2. Bertil Hille. "Ion channels of excitable membranes", Sinauer Associates, Inc, Sunderland, Massachusetts USA, 2001.
3. H.Berkefeld, B.Fakler, U.Schulte. Ca<sup>2+</sup>-activated K<sup>+</sup> channels: from protein complexes to function. *Physiol Rev.* 2010, 90(4):1437-59.
4. S.F.Traynelis, L.P.Wollmuth, C.J.McBain, F.S.Menniti, K.M.Vance, K.K.Ogden, K.B.Hansen, H.Yuan, S.J.Myers, R.Dingledine. Glutamate receptor ion channels: structure, regulation, and function. *Pharmacol Rev.* 2010, 62(3):405-96.
5. W.A.Catterall. Ion channel voltage sensors: structure, function, and pathophysiology. *Neuron.* 2010, 67(6):915-28.

### **Дополнительная литература**

Базовая кафедра предоставляет литературу

1. A.J.Thompson, H.A.Lester, S.C.Lummis. The structural basis of function in Cys-loop receptors. *Q Rev Biophys.* 2010, 43(4):449-99.
2. K.Zeth, M.Thein. Porins in prokaryotes and eukaryotes: common themes and variations. *Biochem J.* 2010, 431(1), 13-22.
3. A.Kloda, E.Petrov, G.R.Meyer, T.Nguyen, A.C.Hurst, L.Hool, B.Martinac. Mechanosensitive channel of large conductance. *Int J Biochem Cell Biol.* 2008;40(2):164-169.
4. J.A.McNew. Regulation of SNARE-mediated membrane fusion during exocytosis. *Chem Rev.* 2008 May;108(5):1669-86.
5. E.Gouaux, R.Mackinnon. Principles of selective ion transport in channels and pumps. *Science*, v. 310, N 5753, p.1461-5, 2005.
6. S.B.Long, E.B.Campbell, R.Mackinnon. Crystal structure of a mammalian voltage-dependent Shaker family K<sup>+</sup> channel. *Science*, v.309, N 5736, p 897-903, 2005.
7. A.Kuo, et al. Crystal structure of the potassium channel KirBac1.1 in the closed state. *Science*, v. 300, N 5627, p 1922-6, 2003.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На данном курсе не предусмотрено использование информационных технологий и специализированного программного обеспечения. Для части занятий потребуются Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса. Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Биотехнология
<b>профиль подготовки:</b>	Биомедицинские технологии Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра физико-химической биологии и биотехнологии
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

**Разработчик:** А.А. Василевский, канд. хим. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для постановки и решения научно-исследовательских задач в области биоинженерии и биоинформатики
	ПК-1.3 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Молекулярные механизмы мембранного транспорта» обучающийся должен:

### знать:

- понятие о проницаемости клеточной мембраны;
- принципы структурной организации АТФаз;
- молекулярные механизмы передачи нервного импульса;
- принцип действия нейротоксинов;
- структуру и функцию натриевых, кальциевых и калиевых каналов, глутаматных рецепторов, механорецепторов;
- молекулярные механизмы экзоцитоза.

### уметь:

- применять полученные знания для решения профессиональных и научных задач.

### владеть:

- навыками усвоения больших объемов информации;
- понятийным аппаратом в области молекулярных механизмов мембранного транспорта.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Электровозбудимые натриевые каналы. Принцип работы.
2. Структура натриевых каналов.
3. Молекулярные механизмы активации каналов.
4. Калиевые каналы. Роль в передаче нервного импульса.
5. Потенциал действия.
6. Принцип работы калиевых каналов.



7. Структура калиевых каналов.
8. Молекулярные механизмы калиевых активации каналов.
9. Строение поры калиевого канала.
10. Принцип избирательности ионов.
11. Классификация калиевых каналов.
12. Блокаторы калиевых каналов.
13. Болезни, связанные с нарушением функции калиевых каналов.
14. Кальциевый канал. Строение кальциевого канала.
15. Субъединицы ионных каналов.
16. Хлорный канал. Принцип работы.
17. Структура хлорных каналов. Молекулярные механизмы активации хлорных каналов.
18. Протонактивируемые каналы.
19. Природные токсины - инструменты исследования. Классификация. Структура. Использование.
20. Летальные дозы токсинов. Тетродотоксин. Батрахотоксин. Бутулинистический токсин.
21. Структуры нейротоксинов. Блокировка калиевых каналов токсинами скорпиона.
22. Пресинаптические нейротоксины.
23. Столбнячный токсин.
24. Токсины из яда кобры.
25. Токсины пауков.
26. Конотоксины.
27. Потенциал действия.
28. Основные ионы клетки.
29. Концентрации ионов в клетке и внешней среде.
30. Деполяризация мембраны.
31. Основные ионные каналы синаптической щели. Медиаторы. Синапс.
32. Постсинаптическая мембрана. Пресинаптическая мембрана. Рецепторы.
33. Синаптическая щель.
34. Нейрон — структурно-функциональная единица нервной системы.
35. Аксоны и дендриты.
36. Механизм проведения нервного импульса.
37. Молекулярные основы экзоцитоза.
38. Основные белки экзоцитоза.
39. Везикулярные рецепторы.
40. SNAP-белок и его рецепторы. Строение везикулы.
41. Связывающие белки.
42. Молекулярный механизм экзоцитоза - шаг за шагом.
43. Трансмембранные рецепторные системы, состоящие из нескольких субъединиц.
44. Медиаторы хемовозбудимых рецепторов.
45. Ионотропные лиганд-зависимые каналы.
46. Метаботропные GPCR-рецепторы.
47. Ацетилхолин и ацетилхолиновый рецептор. Субъединицы ацетилхолинового рецептора.
48. Механизм активации ацетилхолинового рецептора. Сайт связывания ацетилхолина.
49. Хемовозбудимые хлорные каналы (рецепторы ГАМК и глицина).
50. Основные характеристики глутаматных рецепторов и их субъединиц.
51. Механизм активации глутаматного рецептора.
52. Классификация глутаматных рецепторов.
53. Хемовозбудимые кальциевые каналы.
54. Рецепторы инозитолтрифосфата и рианодина. Два класса рецепторов.
55. Механизм действия рецептора - биофизическая и молекулярная модели.
56. Субъединичный состав хеморецепторов.
57. Механорецепторы. Основные характеристики механорецепторов.
58. Принцип работы механорецепторов.

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на экзамене.

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Электровозбудимые натриевые каналы. Принцип работы.
2. Структура натриевых каналов.
3. Молекулярные механизмы активации каналов.
4. Калиевые каналы. Роль в передаче нервного импульса.
5. Потенциал действия.
6. Принцип работы калиевых каналов.
7. Структура калиевых каналов.
8. Молекулярные механизмы калиевых активации каналов.
9. Строение поры калиевого канала.
10. Принцип избирательности ионов.
11. Классификация калиевых каналов.
12. Блокаторы калиевых каналов.
13. Болезни, связанные с нарушением функции калиевых каналов.
14. Кальциевый канал. Строение кальциевого канала.
15. Субъединицы ионных каналов.
16. Хлорный канал. Принцип работы.
17. Структура хлорных каналов. Молекулярные механизмы активации хлорных каналов.
18. Протонактивируемые каналы.
19. Природные токсины - инструменты исследования. Классификация. Структура. Использование.
20. Летальные дозы токсинов. Тетродотоксин. Батрахотоксин. Бутулинистический токсин.
21. Структуры нейротоксинов. Блокировка калиевых каналов токсинами скорпиона.
22. Пресинаптические нейротоксины.
23. Столбнячный токсин.
24. Токсины из яда кобры.
25. Токсины пауков.
26. Конотоксины.
27. Потенциал действия.
28. Основные ионы клетки.
29. Концентрации ионов в клетке и внешней среде.
30. Деполяризация мембраны.
31. Основные ионные каналы синаптической щели. Медиаторы. Синапс.
32. Постсинаптическая мембрана. Пресинаптическая мембрана. Рецепторы.
33. Синаптическая щель.
34. Нейрон — структурно-функциональная единица нервной системы.
35. Аксоны и дендриты.
36. Механизм проведения нервного импульса.
37. Молекулярные основы экзоцитоза.
38. Основные белки экзоцитоза.
39. Везикулярные рецепторы.
40. SNAP-белок и его рецепторы. Строение везикулы.
41. Связывающие белки.
42. Молекулярный механизм экзоцитоза - шаг за шагом.
43. Трансмембранные рецепторные системы, состоящие из нескольких субъединиц.
44. Медиаторы хемовозбудимых рецепторов.
45. Ионотропные лиганд-зависимые каналы.

46. Метаботропные GPCR-рецепторы.
47. Ацетилхолин и ацетилхолиновый рецептор. Субъединицы ацетилхолинового рецептора.
48. Механизм активации ацетилхолинового рецептора. Сайт связывания ацетилхолина.
49. Хемовозбудимые хлорные каналы (рецепторы ГАМК и глицина).
50. Основные характеристики глутаматных рецепторов и их субъединиц.
51. Механизм активации глутаматного рецептора.
52. Классификация глутаматных рецепторов.
53. Хемовозбудимые кальциевые каналы.
54. Рецепторы инозитолтрифосфата и рианодина. Два класса рецепторов.
55. Механизм действия рецептора - биофизическая и молекулярная модели.
56. Субъединичный состав хеморецепторов.
57. Механорецепторы. Основные характеристики механорецепторов.
58. Принцип работы механорецепторов.

Примеры билетов на экзамене

Билет №1

Проницаемость клеточной мембраны.

Билет №2

Ионофоры

Билет №3

Экзоцитоз и эндоцитоз.

Билет №4

АТФазы - принципы структурной организации

Билет №5

Передача нервного импульса.

Билет №6

Нейротоксины.

Билет №7

Натриевые каналы

Билет №8

Кальциевые каналы

Билет №9

Калиевые каналы

Билет №10

Глутаматные рецепторы

Билет №11

Механорецепторы.

Билет №12

Молекулярные механизмы экзоцитоза.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.