

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе
и экономическому развитию

Д.А. Зубцов

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине: Функциональные иерархические структуры и материалы
по направлению: Прикладные математика и физика (магистратура)
профиль подготовки: Физика супрамолекулярных систем
Факультет молекулярной и химической физики
кафедра физики супрамолекулярных систем и нанофотоники
курс: 1
квалификация: магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1(Осенний) - Дифференцированный зачет

2(Весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

практические и семинарские занятия: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.А. Сажников, кандидат наук

Программа обсуждена на заседании кафедры

16 февраля 2016 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

М.В. Алфимов

Начальник учебного управления

И.Р. Гарайшина

Декан факультета

В.М. Некипелов

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Целью курса является изучение принципов и методов формирования на основе наноструктур различной природы иерархически-организованных структур и материалов, обладающих заданными физико-химическими свойствами.

Задачи дисциплины

- освоение студентами знаний в области пространственного строения и физико-химических свойств наноструктур;
- приобретение знаний о типах взаимодействий, приводящих к формированию иерархически организованных систем на базе наноструктур;
- изучение принципов формирования на базе наночастиц материалов с нужными функциональными свойствами;
- приобретение знаний о связи свойств систем и материалов на нано- микро и макроуровнях.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к вариативной части образовательной программы.

Дисциплина «Функциональные иерархические структуры и материалы» базируется на дисциплинах:

Общая и неорганическая химия;
Физические методы исследований;
Физические методы исследований: лабораторный практикум;
Введение в математический анализ;
Вычислительная математика;
Линейная алгебра;
Основы химической физики;
Теория вероятностей;
Уравнения математической физики;
Общая физика: термодинамика и молекулярная физика;
Общая физика: оптика;
Аналитическая геометрия;
Основы химической физики: лабораторный практикум;
Общая физика: механика;
Многомерный анализ, интегралы и ряды;
Общая физика: квантовая физика.

Дисциплина «Функциональные иерархические структуры и материалы» предшествует изучению дисциплин:

Научно-исследовательская работа.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

способность самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств (ПК-1);

способность ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание (ПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль науки о наноструктурах и нанотехнологиях в современном мире;
- основные теоретические положения о свойствах наноструктур различной природы;
- основы супрамолекулярной химии;
- принципы построения иерархически-организованных функциональных структур;
- основы моделирования структуры и свойств наноматериалов.

уметь:

- пользоваться научной литературой для быстрого поиска необходимых данных о наноматериалах;
- сопоставлять теоретические и экспериментальные результаты, относящиеся к свойствам наноструктур и наноматериалов;
- понимать, какими необходимыми свойствами должны обладать наноструктуры для формирования наноматериалов с нужными свойствами;
- оценивать перспективность выбранных направлений исследований наносистем.

владеть:

- терминологией в области нанотехнологий;
- методами моделирования свойств наноструктур;
- научной картиной нанотехнологических процессов.

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	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практические и семинарские занятия	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Взаимосвязь и иерархия взаимодействий в супрамолекулярных ансамблях		2			15
2	Материалы на основе молекулярно-импринтированных полимеров		6			
3	Материалы на основе органических красителей		4			
4	Материалы на основе циклодекстринов		4			
5	Настраиваемые супрамолекулярные материалы		2			
6	Основные классы наноструктур		4			
7	Принципы иерархической организации наноструктур		4			
8	Супрамолекулярная аналитическая химия		4			
9	Зрительная рецепция.		4			2

10	Материалы на основе нанопор		2			
11	Материалы на основе наноразмерных плазмонных структур		4			2
12	Материалы на основе полупроводниковых наноструктур (квантовых точек).		4			2
13	Материалы на основе углеродных нанотрубок и графена		4			2
14	Материалы на основе функционализированных полимерных микро- и наночастиц		4			20
15	Обонятельная рецепция.		4			
16	Природные и синтетические иерархические конструкционные и функциональные материалы.		4			2
Итого часов			60			45
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. Взаимосвязь и иерархия взаимодействий в супрамолекулярных ансамблях

Типы межмолекулярных взаимодействий, используемых для самоорганизации. Примеры использования для самоорганизации электростатических взаимодействий, водородных связей, сил ван дер Ваальса.

2. Материалы на основе молекулярно-импринтированных полимеров

Молекулярный импринтинг. Двойная комплементарность. Использование молекулярно-импринтированных полимеров в сенсорных устройствах для детектирования взрывчатых веществ.

3. Материалы на основе органических красителей

Органические красители как молекулы-индикаторы в сенсорных материалах. Колориметрические и флуоресцентные системы. Электронные свойства различных классов флуорофоров. Новые классы флуорофоров.

4. Материалы на основе циклодекстринов

Строение и свойства циклодекстринов. Особенности межмолекулярных взаимодействий циклодекстринов с молекулами аналитов.

5. Настраиваемые супрамолекулярные материалы

Варьирование структур формируемых наносистем путем изменения условий их самоорганизации.

6. Основные классы наноструктур

Наноструктуры и нанокompозитные материалы. Кластеры металлов, полупроводников, органических красителей. Электронные свойства, роль объема и поверхности. Одномерные, двумерные и трехмерные наноструктуры. Современные методы исследования строения и свойств наноструктур различных классов. Функциональные наноструктуры. Оптические сенсоры и сенсорные материалы. Электронный нос.

7. Принципы иерархической организации наноструктур

Иерархия организации функциональных материалов. Принцип организации «снизу-вверх». Самоорганизация и направляемая организация. Типы самоорганизации. Иерархия самоорганизующихся структур.

8. Супрамолекулярная аналитическая химия

Супрамолекулярные структуры. Использование супрамолекулярных комплексов в качестве рецепторов в природе. Синтетические супрамолекулярные рецепторы.

Селективные и неселективные рецепторы. Рецепторы с перекрестной селективностью и ансамбли на основе таких рецепторов.

Семестр: 2 (Весенний)

9. Зрительная рецепция.

Светочувствительные нейроны. Зрительные родопсины, палочки и колбочки. Процесс формирования нервного импульса при поглощении фотона.

10. Материалы на основе нанопор

Мезопористые и микропористые материалы. Адсорбция молекул-индикаторов в микропорах. Ионные каналы в биологии. Использование нанопор как сенсорных элементов. Биосенсинг с помощью синтетических нанопор.

11. Материалы на основе наноразмерных плазмонных структур

Поверхностный плазмонный резонанс. Взаимодействие красителей с плазмонными структурами. Модифицированная схема Яблонского для плазмoфоров. Усиление флуоресценции с помощью плазмонного резонанса. Использование плазмонных наноструктур в сенсорных материалах.

12. Материалы на основе полупроводниковых наноструктур (квантовых точек).

Квантовые точки. Зависимость электронных свойств квантовых точек от их размеров. Квантовые точки типа ядро-оболочка. Перенос энергии в системах квантовая точка-краситель. Ансамбли квантовых точек.

13. Материалы на основе углеродных нанотрубок и графена

Структура и электронные свойства графена, фуллеренов и углеродных нанотрубок. Сенсорные устройства на основе графена. Функционализированные углеродные нанотрубки.

14. Материалы на основе функционализированных полимерных микро- и наночастиц

Микро- и наночастицы на основе органических и неорганических полимеров. Системы пор в микрочастицах. Использование наночастиц в сенсорных материалах.

15. Обонятельная рецепция.

Обонятельные нейроны. Строение и функция обонятельных белков. Хеморецепторные центры.

16. Природные и синтетические иерархические конструкционные и функциональные материалы.

Архитектура и свойства. Примеры иерархических биоматериалов (сухожилия, сетчатка, обонятельный эпителий). Примеры синтетических иерархических материалов-фотографические материалы.

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

Необходимое оборудование для практических занятий: учебная аудитория, мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Rock F. et al., Electronic Nose: Current Status and Future Trends. // Chem. Rev. 2008. V. 108 P. 705-725.
2. Lapresta-Fernandez A. et al., Environmental monitoring using a conventional photographic digital camera for multianalyte disposable optical sensors. // Analytica Chimica Acta. 2011. V. 706. P. 328–337.
3. McDonagh C. et al., Optical Chemical Sensors. // Chem. Rev. 2008. V. 108. P. 400-422.
4. Borisov S.M., et al., Optical Biosensors. // Chem. Rev. 2008. V. 108. P. 423-461.
5. Wolfbeis O.S., Materials for fluorescence-based optical chemical sensors. // J. Mater. Chem., 2005. V. 15. P. 2657–2669.
6. Basabe-Desmots L. et al., Design of fluorescent materials for chemical sensing. // Chem. Soc. Rev., 2007. V. 36. P. 993–1017
7. Canas-Ventura M.E. et al., Complex Interplay and Hierarchy of Interactions in Two-Dimensional Supramolecular Assemblies. // Nano. 2011. V. 5. P. 457–469.
8. Anslyn E.V., Supramolecular Analytical Chemistry. // J. Org. Chem., 2007. V. 72. P. 687-699.
9. Stefanescu E.A. et al., Supramolecular structures in nanocomposite multilayered films. // Phys. Chem. Chem. Phys., 2006. V.8. P.1739–1746.
10. Zang L. et al., One-Dimensional Self-Assembly of Planar π - Conjugated Molecules: Adaptable Building Blocks for Organic Nanodevices/ // Accounts of Chemical Research. 2008. V. 41 P. 1596-1608.

Дополнительная литература

1. Anzenbacher P. et al., A practical approach to optical cross-reactive sensor arrays. // *Chem. Soc. Rev.*, 2010. V. 39. P. 3954–3979.
2. Janzen M.C. et al. Colorimetric Sensor Arrays for Volatile Organic Compounds *Anal. Chem.*, 2006. V. 78 P. 3591-3600.
3. Li B. et al., Highly Organized Two- and Three-Dimensional Single-Walled Carbon Nanotube-Polymer Hybrid Architectures. // *Nano*. 2011. V. 5. P. 4826–4834.
4. Wang D. et al., Bridging Interactions and Selective Nanoparticle Aggregation Mediated by Monovalent Cations. // *Nano*. 2011. V. 5. P. 530-535.
5. Turiel E. et al., Molecularly imprinted polymers for sample preparation: A review. // *Analytica Chimica Acta*. 2010. V. 668. P. 87–99.
6. Peroz C. et al., Nanoimprint Lithography on Silica Sol–Gels: A Simple Route to Sequential Patterning. // *Adv. Mater.*, 2009. V. 21. P. 555–558.
7. Adem Yildirim A. et al., Template-Directed Synthesis of Silica Nanotubes for Explosive De-tection. // *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 2011. V. 3. P. 4159–4164.
8. Carrillo-Carriyn C. et al., Determination of amines based on their interaction with QDs: Effect of the formation QD-assemblies. // *Analytica Chimica Acta*. 2011. V. 703. P. 212–218.
9. Stromberg N. et al., Plasmophore sensitized imaging of ammonia release from biological tissues using optodes. // *Analytica Chimica Acta*. 2011. V. 704. P. 139–145.
10. Bianchi F. et al., Cavitands as superior sorbents for benzene detection at trace level. // *New J. Chem.*, 2003. V. 27 P. 502–509.
11. Ciesielski A. et al. Towards Supramolecular Engineering of Functional Nanomaterials: Pre-Programming Multi-Component 2D Self-Assembly at Solid-Liquid Interfaces. // *Adv. Mater.*, 2010. V. 22. P. 3506–3520.
12. Hoeben F.J.M. et al., About Supramolecular Assemblies of π -Conjugated Systems. // *Chem. Rev.* 2005. V. 105. P. 1491-1546.
13. Rybtchinski B. Adaptive Supramolecular Nanomaterials Based on Strong Noncovalent Interac-tions. // *ASC Nano*. 2011. V. 5. P. 6791–6818.
14. Loudet A., et al. BODIPY Dyes and Their Derivatives: Syntheses and Spectroscopic Properties. // *Chem. Rev.*, 2007. V. 107. P. 4891-4932.
15. Liu Yu. et al., Molecular Recognition and Complexation Thermodynamics of Dye Guest Mole-cules by Modified Cyclodextrins and Calixarenesulfonates. // *J. Phys. Chem. B* 2002. V. 106. P. 4678-4687.
16. Muka N.G., et al. Molecularly imprinted polymers as optical sensing receptors: Correlation be-tween analytical signals and binding isotherms. // *Analytica Chimica Acta*. 2011. V. 703. P. 226–233.
17. Liu X. et al. Mixed-Ligand Nanoparticles as Supramolecular Receptors. // *ASC Small*. 2011. V. 7. P. 1961–1966.
18. Zheng F. et al., Single-Walled Carbon Nanotube Paper as a Sorbent for Organic Vapor Precon-centration. // *Anal. Chem.*, 2006. V. 78. P. 2442-2446.
19. Resch-Genger U. et al., Quantum dots versus organic dyes as fluorescent labels. // *Nature Methods*. 2008. V. 5. P. 763-775.
20. Petryayeva E. et al., Localized surface plasmon resonance: Nanostructures, bioassays and bio-sensing - A review. // *Analytica Chimica Acta*. 2011. V. 706. P. 8–24.
21. Paivanranta B. et al., High Aspect Ratio Plasmonic Nanostructures for Sensing Applications. // *Nano*. 2011. V. 5. P. 6374–6382.
22. Qiu L.-G. et al., Hierarchically Micro- and Mesoporous Metal–Organic Frameworks with Tun-able Porosity. // *Angew. Chem. Int. Ed*. 2008. V. 47. P. 9487 –9491.
23. Scott B.J. et al. Mesoporous and Mesostructured Materials for Optical Applications. // *Chem. Mater.*, 2001. V. 13. P. 3140-3150.
24. Kensaku Mori, Yuji K. Takahashi, Kei M. Igarashi and Masahiro Yamaguchi *Physiol Rev* 86:409-433, 2006. doi:10.1152/physrev.00021.2005
25. Brian K. Kobilka. *Biochimica et Biophysica Acta* 1768 (2007) 794–807.

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

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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 преподавателю.

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

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения

Приложение

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

по направлению: Прикладные математика и физика (магистратура)
профиль подготовки: Физика супрамолекулярных систем
Факультет молекулярной и химической физики
кафедра физики супрамолекулярных систем и нано
курс: 1
квалификация: магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1(Осенний) - Дифференцированный зачет
2(Весенний) - Экзамен

Разработчик: В.А. Сажников, кандидат наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

способность самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств (ПК-1);
способность ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание (ПК-2).

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Функциональные иерархические структуры и материалы» обучающийся должен:

знать:

- место и роль науки о наноструктурах и нанотехнологиях в современном мире;
- основные теоретические положения о свойствах наноструктур различной природы;
- основы супрамолекулярной химии;
- принципы построения иерархически-организованных функциональных структур;
- основы моделирования структуры и свойств наноматериалов.

уметь:

- пользоваться научной литературой для быстрого поиска необходимых данных о наноматериалах;
- сопоставлять теоретические и экспериментальные результаты, относящиеся к свойствам наноструктур и наноматериалов;
- понимать, какими необходимыми свойствами должны обладать наноструктуры для формирования наноматериалов с нужными свойствами;
- оценивать перспективность выбранных направлений исследований наносистем.

владеть:

- терминологией в области нанотехнологий;
- методами моделирования свойств наноструктур;
- научной картиной нанотехнологических процессов.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачета:

1. Особенности строения и свойств металлических и полупроводниковых кластеров по сравнению с микрочастицами.
2. Сравнительные свойства молекул, агрегатов и кластеров органических красителей.
3. Межмолекулярные нековалентные взаимодействия и их использование для построения супрамолекулярных структур.
4. Принципы и методики построения функциональных наноструктур и материалов.
5. Примеры природных и синтетических иерархически-организованных функциональных структур.
6. Варианты «электронного носа» на основе различных методов детектирования..
7. Особенности и преимущества флуоресцентного метода считывания аналитического сигнала.

8. Классификация оптических флуоресцентных сенсоров.
9. Материалы для оптического детектирования летучих органических соединений, кислорода, углекислого газа и аммиака.
10. Туннельная и атомно-силовая микроскопия нанообъектов.
11. Сравнительные характеристики полимерных нано- и микрочастиц.
12. В чем принципиальное различие стратегий “top-down” и “bottom-up”?
13. Что такое предельно-допустимые концентрации вредных примесей в окружающей среде?
14. Как пересчитать концентрации аналитов, заданные в мг/м³, в концентрации в млн-1 (ppm)?
15. Что такое «перекрестная чувствительность» сенсорных элементов?
16. Какие существуют математические методы для обработки аналитического сигнала от матрицы сенсорных элементов?
17. Особенности строения светочувствительных и хемосенсорных белков.
18. Отличия обонятельной рецепции млекопитающих и насекомых.
19. Чем определяется селективность хеморецепторных белков.

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена:

1. Основные классы аналитов и их характерные ПДК.
2. Функциональные характеристики оптических сенсоров.
3. Иерархически-организованные природные и синтетические рецепторные центры.
4. Молекулярное узнавание и комплексообразование в супрамолекулярных рецепторах.
5. Использование поверхносто-модифицированных полимерных наночастиц в сенсорных материалах.
6. Адсорбция и диффузия молекул аналитов на поверхности микро- и наночастиц.
7. Молекулярно-импринтированные материалы. Импринтинг как одна из универсальных платформ для сенсорных материалов.
8. Методы увеличения чувствительности и селективности сенсорных устройств.
9. Комбинирование наноструктур различной природы для оптимизации функциональных характеристик материалов.
10. Особенности излучательных и безызлучательных переходов в квантовых точках.
11. Усиление флуоресцентного отклика с помощью межмолекулярного переноса электронной энергии.
12. Использование флуоресценции эксимеров и эксиплексов для детектирования аналитов.
13. Физические основы усиления флуоресценции с помощью эффекта плазмонного резонанса.
14. Моделирование флуоресцентных сенсорных материалов.
15. Тенденции развития и перспективы флуоресцентных сенсоров.
16. Регистрация интенсивности оптического и химического сигнала зрительными и обонятельными нейронами.

4. 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 бала - 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 бала - 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 бала - 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 бал - 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. Вопрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Вопрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.