

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики**

**А.М. Райгородский**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

<b>по дисциплине:</b>	Декомпозиция в оптимизации систем
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра интеллектуальных систем
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Дифференцированный зачет
- 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 105 всего, в том числе:

лекции: 45 час.  
семинары: 60 час.  
лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Программу составил: К.В. Воронцов, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

Программа обсуждена на заседании кафедры интеллектуальных систем 02.04.2024

## Аннотация

Введением понятий объектной и оптимизационной декомпозиции, механизма и системы декомпозиционного управления конкретизируются представления о методе декомпозиции. Приведены схемы вариантной, параллельной и последовательной композиции, а также сложные объекты и задачи управления жизненным циклом ИТ-сервисов, исследованные методом декомпозиции.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- Освоение студентами фундаментальных знаний в области методов понижения размерности в больших задачах оптимизации.

#### Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний в области декомпозиции больших задач как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам создания методов понижения размерности, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области оптимизации и управления в рамках выпускных работ на степень магистра.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области информатики и вычислительной техники и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-3.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.5 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
	ОПК-3.6 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте

	ОПК-3.7 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль задач большой размерности в научных исследованиях;
- современные проблемы естествознания, связанные с большой размерностью;
- основные модели, приводящие к задачам большой размерности;
- принципы Данцига-Вулфа и Корнаи-Липтака в оптимизации больших систем;
- понятие агрегированных переменных как основной подход к понижению размерности;
- основные подходы в декомпозиции оптимизационных задач.

уметь:

- применять на практике изучаемые подходы понижения размерности;
- выявлять специфические черты задач оптимизации для применения того или иного метода декомпозиции;
- дать обоснование в теоретическом смысле того или иного подхода;
- оценить потерю точности приближения;
- эффективно программировать на компьютере схемы декомпозиции.

владеть:

- последовательным анализом сложной задачи;
- наиболее эффективным подходом декомпозиции для рассматриваемого класса задач;
- теоретическим аппаратом оптимизации для сведения исходной сложной задачи к серии задач меньшей размерности.

#### 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	Горизонтальное разбиение матрицы в линейном программировании. Понятие координирующей задачи и независимых локальных задач. Вертикальное разбиение матрицы. Принцип распределения ресурсов. Конкретные модели. Различные методы решения координирующей задачи.	8	8		10
2	Линейное программирование. Симплекс-метод. Транспортная задача. Элементы теории двойственности. Простейшее описание иерархических систем. Модели двухуровневого отраслевого планирования.	7	7		5
3	Агрегирование в леонтьевских системах межотраслевого баланса. Агрегирование переменных блоком. Системы с малым параметром. Специальная модель оптимизации отраслевой системы. Веса агрегирования. Координатор - как задача в агрегированных переменных. Настройка симплекс-метода на декомпозицию с учётом специфики исходной задачи.	6	6		10
4	Расщепление задач оптимизации при использовании градиентных методов.	3	3		

5	Релаксация ограничений. Метод Бендерса в частично-целочисленном программировании. Элементы блочного целочисленного программирования. Выявление параметров, которые определяют двухуровневые схемы. Метод Корнаи-Липтока как частный случай параметрической декомпозиции.	6	6		5
6	Метод дробных шагов как процедура декомпозиции.	15	30		45
Итого часов		45	60		75
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

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

##### Семестр: 1 (Осенний)

1. Горизонтальное разбиение матрицы в линейном программировании. Понятие координирующей задачи и независимых локальных задач. Вертикальное разбиение матрицы. Принцип распределения ресурсов. Конкретные модели. Различные методы решения координирующей задачи.

Горизонтальное разбиение матрицы условий. Применения двойственного алгоритма метода улучшения плана. Формирование координирующей задачи. Построение локальных задач. Условие окончания итераций. Применение в блочном программировании. Оценки выигрыша по памяти ЭВМ. Построение различных схем координации.

Вертикальное разложение матрицы условий. Проблема распределения ресурсов. Различные методы координации. Нелинейное разложение по ресурсам. Конкретные эвристические модели разложения по ресурсам.

2. Линейное программирование. Симплекс-метод. Транспортная задача. Элементы теории двойственности. Простейшее описание иерархических систем. Модели двухуровневого отраслевого планирования.

Общая постановка задачи оптимизации. Линейное программирование. Базисные решения. Симплекс-метод. Вырождение и критерий окончания итераций. Транспортная задача. Элементы теории двойственности.

Рассмотрение модулей отраслевого управления. Локальные ограничения. Связывающие ограничения. Лестничная структура связей. Нелинейные системы. Блочнo-сепарабельные задачи. Перекрёстные связи.

##### Семестр: 2 (Весенний)

3. Агрегирование в леонтьевских системах межотраслевого баланса. Агрегирование переменных блоком. Системы с малым параметром. Специальная модель оптимизации отраслевой системы. Веса агрегирования. Координатор - как задача в агрегированных переменных. Настройка симплекс-метода на декомпозицию с учётом специфики исходной задачи.

Агрегирование в линейных уравнениях типа отраслевого баланса. Построение взвешенных сумм. Агрегирование компонент из единых блоков. Понятие присоединённой задачи. Деагрегированные решения. Агрегирование в задачах со слабыми связями.

Анализ двухуровневой системы отраслевого планирования. Агрегированная задача как координатор. Решение её двойственной. Формирование локальных задач. Монотонность по функционалу итеративного процесса. Анализ вырождения.

Запись задачи линейного программирования в виде сумм подматриц. Построение вычислительного процесса. Сведение к независимым блокам.

4. Расщепление задач оптимизации при использовании градиентных методов.

Построение вычислительных процедур. Расщепление на независимы задачи при использовании градиентных методов. Использование покомпонентного спуска.

5. Релаксация ограничений. Метод Бендерса в частично-целочисленном программировании. Элементы блочного целочисленного программирования. Выявление параметров, которые определяют двухуровневые схемы. Метод Корнаи-Липтока как частный случай параметрической декомпозиции.

Выделение параметров системы, по которым ведётся координация. Методы релаксации, применение к нелинейным задачам. Смешанное программирование. Метод Бендерса. Двойственность к методу Данцига-Вулфа.

Декомпозиция на основе введения специальных переменных. Построение формальной схемы. применения к случаям матриц с квазиблочной структурой.

Семестр: 3 (Осенний)

6. Метод дробных шагов как процедура декомпозиции.

Метод дробных шагов в разностных схемах. Расщепление разностных формул. Применение к конкретным задачам математической физики.

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

- Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Морозов В.В., Сухарев А.Г., Федоров В.В. Исследование операций в задачах и упражнениях - М.: Либроком, 2009 - 288 стр.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. Учебное пособие для вузов - М.:Дрофа, 2006 - 208 стр.
3. Васин А.А., Краснощеков П.С., Морозов В.В. Исследование операций - М.: Академия, 2008 - 464 стр.
4. Ширяев В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации - М.: КомКнига, 2007 - 216 стр.

### **Дополнительная литература**

1. Лэсдон Л.С. Оптимизация больших систем. - М.: Наука, 1975.
2. Цурков В.И. Декомпозиция в задачах большой размерности. - М.: Наука, 1981.
3. Первозванский А.А., Гайцгори В.Г. Декомпозиция, агрегирование и приближенная оптимизация. - М.: Наука, 1975.
4. Танаев В.С. Декомпозиция и агрегирование в задачах математического программирования. - Минск.

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

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

не требуется

**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, понятия, аксиомы, методы доказательств.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра интеллектуальных систем
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр
Семестры, формы промежуточной аттестации:	
1 (осенний) - Дифференцированный зачет	
2 (весенний) - Дифференцированный зачет	
3 (осенний) - Дифференцированный зачет	
<b>Разработчик:</b>	К.В. Воронцов, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой



## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области информатики и вычислительной техники, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области информатики и вычислительной техники и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-3.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.5 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
	ОПК-3.6 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
	ОПК-3.7 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ОПК-3.1	Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания

ПК-5 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Декомпозиция в оптимизации систем» обучающийся должен:

### знать:

- место и роль задач большой размерности в научных исследованиях;
- современные проблемы естествознания, связанные с большой размерностью;
- основные модели, приводящие к задачам большой размерности;
- принципы Данцига-Вулфа и Корнаи-Липтака в оптимизации больших систем;
- понятие агрегированных переменных как основной подход к понижению размерности;
- основные подходы в декомпозиции оптимизационных задач.

### уметь:

- применять на практике изучаемые подходы понижения размерности;
- выявлять специфические черты задач оптимизации для применения того или иного метода декомпозиции;
- дать обоснование в теоретическом смысле того или иного подхода;
- оценить потерю точности приближения;
- эффективно программировать на компьютере схемы декомпозиции.

### владеть:

- последовательным анализом сложной задачи;
- наиболее эффективным подходом декомпозиции для рассматриваемого класса задач;
- теоретическим аппаратом оптимизации для сведения исходной сложной задачи к серии задач меньшей размерности.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

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

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачёта в 9-ом семестре:

1. Основные понятия оптимизации.
2. Блочное программирование.
3. Описание иерархических структур.

4. Выявление возможности понижения размерности.
5. Горизонтальное разбиение матриц условий.
6. Метод декомпозиции Данцига-Вулфа.
7. Построение координирующей задачи.
8. Формирование локальных задач.
9. Применение к блочному программированию.
10. Метод Корнаи-Липтака.

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачёта в 10-м семестре:

1. Методы итеративного распределения ресурсов.
2. Алгоритмы решения координирующих задач.
3. Эвристические схемы итеративного распределения ресурсов.
4. Частично-целочисленное программирование.
5. Алгоритм Бендерса.
6. Подходы в блочном целочисленном программировании.
7. Выделение параметров системы для осуществления декомпозиции.
8. Введение параметров для осуществления декомпозиции.
9. Основы итеративного агрегирования.
10. Задача в агрегированных переменных как координатор двухуровневых алгоритмов.

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена в 11-ом семестре:

1. Применение игровых процедур в координации по методу распределения ресурсов.
2. Применение блочного программирования в стохастических эквивалентах задач оптимизации.
3. Монотонность по функционалу итеративного агрегирования.
4. Деагрегирование решения.
5. Настройка симплекс-метода на расщепление задач.
6. Декомпозиция и численные методы оптимизации.
7. Декомпозиция и метод дробных шагов в математической физике.
8. Задачи с блочно-лестничной структурой.
9. Понижение размерности в геометрическом программировании.
10. Решение транспортных задач методом Данцига-Вулфа.
11. Понижение размерности минимаксных задачах.
12. Декомпозиция в чебышевском приближении.
13. Декомпозиция в интервальном программировании.
14. Декомпозиционные подходы при нахождении допустимых решений.

#### 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**

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий и других видов работ, предусмотренных программой дисциплины и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

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