

**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**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Нестационарные временные ряды и большие данные
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра математического моделирования и прикладной математики
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 75 всего, в том числе:

лекции: 75 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: Ю.Н. Орлов, д-р физ.-мат. наук, старший научный сотрудник, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры математического моделирования и прикладной математики  
02.04.2024

## Аннотация

В курсе излагается кинетический подход к анализу и прогнозированию нестационарных временных рядов, основанный на кинетических уравнениях относительно функции распределения многомерной случайной величины. Основное внимание уделено методам оценки эмпирической плотности функции распределения и построения кинетических уравнений, моделирующих ее эволюцию. Определяется горизонт квазистационарного прогнозирования функции распределения временного ряда и находится оптимальный объем выборки данных для построения оператора эволюции внутри этого горизонта. На основе согласованного уровня стационарности выборочных распределений строится индикатор разладки нестационарных случайных процессов. В курсе на примерах анализа больших данных используются объединенные методы кинетической теории, теории вероятностей и математической статистики. Необходимость такого объединяющего курса вызвана тем, что на практике анализируются только выборочные распределения, для которых математическая статистика не дает уравнений эволюции, а кинетическая теория использует эволюционные уравнения, но не для эмпирических объектов. В курсе приводятся примеры анализа и прогнозирования временных рядов, которые встречаются в практической деятельности: это динамические системы с хаосом, возникающие при дискретизации обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с особенностями, последовательности символов в литературных и технических текстах, потоки биометрических и телеметрических данных, биржевые ряды.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- дать студентам основы знаний в области математической статистики применительно к нестационарным случайным процессам и анализу больших данных.

### Задачи дисциплины

- освоение основных понятий нестационарной математической статистики;
- умение выводить уравнения эволюции для выборочных функций распределения;
- проведение анализа уровня нестационарности выборочных распределений и построение индикаторов разладки;
- умение разрабатывать модели сокращения описания при анализе слабо структурированной информации в виде потоков данных высокой интенсивности;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области математического моделирования нестационарных случайных процессов 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
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:

- основные кинетические уравнения (Лиувилля, Больцмана, Власова, Фоккера-Планка);
- индикаторы разладки временных рядов, согласованный уровень стационарности.

уметь:

- работать с выборочными статистиками и исследовать их на стационарность.

владеть:

- базовыми понятиями математической статистики и кинетической теории.

### 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	Уравнение Лиувилля для гладких динамических систем	3			
2	Частные решения цепочки Боголюбова в локально-равновесном приближении	3			
3	Уравнение Больцмана	3			
4	Уравнение Власова	3			
5	Уравнение Лиувилля для систем с вырожденным лагранжианом	3			
6	Основные понятия динамического хаоса	3			
7	Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка	3			

8	Выборочные функции распределения, критерий Колмогорова	3			
9	Гистограммная оценка плотности функции распределения	3			
10	Согласованный уровень стационарности	3			15
11	Уравнение Лиувилля для выборочных плотностей функций распределения	5			5
12	Уравнения эволюции выборочных моментов	5			5
13	Уравнения эволюции эмпирических моментов для уравнения Фокке-ра-Планка	5			5
14	Стационарные методы анализа временных рядов	5			5
15	Оценка достоверности нестационарной корреляции	5			5
16	Нестационарный пуассоновский поток событий	5			5
17	Горизонтный ряд и его свойства	5			5
18	Определение оптимального объема выборки для задачи прогнозирования	5			5
19	Построение индикаторов разладки	3			3
20	Анализ статистики символов в естественных языках	2			2
Итого часов		75			60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

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

##### Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Уравнение Лиувилля для гладких динамических систем

Уравнение Лиувилля в классической статистической механике для гладких динамических систем и цепочка Боголюбова для динамических систем с многочастичным взаимодействием. Уравнения эволюции моментов функции распределения. Гамильтоновы системы. Инвариантность фазового объема. Основные понятия статистической механики. Зацепляющиеся распределения вероятностей совместных распределений функций от случайных величин. Моменты и характеристические функции. Уравнения эволюции гидродинамического типа и законы сохранения.

##### 2. Частные решения цепочки Боголюбова в локально-равновесном приближении

Вывод уравнений гидродинамики в локально-равновесном приближении.

Первое и второе приближения, частные решения цепочки Боголюбова. Стационарные и равновесные решения кинетических уравнений. Локально-равновесные решения. Функциональная гипотеза Боголюбова. Уравнения эволюции моментов, следующие из цепочки.

##### 3. Уравнение Больцмана

Сумматорные инварианты, закон возрастания энтропии, равновесные решения.

Численные методы решения уравнения Больцмана, анализ лишних инвариантов. Гипотезы, лежащие в основе вывода уравнения Больцмана. Модель ослабления корреляций. Общее кинетическое уравнение. Методы дискретизации. Полиномиальные законы сохранения. Методы решения линеаризованного уравнения Больцмана.

#### 4. Уравнение Власова

Вывод уравнений движения в самосогласованном поле. Слаборелятивистское приближение. Точные решения. Приближение факторизации в модели с многочастичным взаимодействием. Эффективный гамильтониан. Уравнения власовской гидродинамики. Микроскопические решения.

#### 5. Уравнение Лиувилля для систем с вырожденным лагранжианом

Вырожденные динамические системы, принцип продолжения траекторий через особые точки. лагранжианы с высшими производными, уравнения движения и законы сохранения. Лагранжианы Дарвина и Фока-Фихтенгольца. Слаборелятивистские системы как примеры локально вырожденных динамических систем. Гармонический осциллятор с высшими производными. Принцип продолжения траектории по непрерывности динамических инвариантов.

#### 6. Основные понятия динамического хаоса

Основные примеры хаотических динамических систем. Логистическая динамическая система. Хаотические динамические системы с вырождением.

Статистический метод распознавания зашумленных динамических систем. Типы хаотических систем и методы их распознавания. Линейная фильтрация. Фильтрация наложения и фильтрация вложения. Показатели Ляпунова и аттракторы системы. Точки сингулярности как генераторы хаотизации движения. Анализ носителя совместных распределений выборок из траекторий многомерных динамических систем.

#### 7. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка

Вывод уравнения Колмогорова-Фоккера-Планка. Оценка параметров уравнения по фрагменту временного ряда. Уравнение Смолуховского. Гипотеза о вероятности перехода между состояниями. Скорость перехода для динамических систем. Условные распределения и их моменты. Запись уравнений в терминах характеристических функций распределения.

#### 8. Выборочные функции распределения, критерий Колмогорова

Оптимизация объема выборки для нестационарного временного ряда. Оценка сверху ошибки прогнозирования значений ряда в среднем квадратичном. Функция Колмогорова. Статистика Смирнова. Расстояния между выборками в различных нормах. Эмпирическая функция распределения как случайная величина. Согласованный уровень значимости. Распределение расстояний между выборочными распределениями в стационарном случае. Зависимость ошибки в оценке эмпирических частот от горизонта прогнозирования и объема выборки. Критерии оптимизации.

#### 9. Гистограммная оценка плотности функции распределения

Оптимальное равномерное разбиение гистограммы. Точность статистического оценивания. Доверительные интервалы. Разбиение гистограммы как задача фильтрации. Взвешенная ошибка аппроксимации. Согласование статистической точности и точности позиционирования.

#### 10. Согласованный уровень стационарности

Распределение расстояний между выборочными функциями распределения. Индекс нестационарности выборочных распределений. Построение стационарно распределенных функционалов для выборок из нестационарных временных рядов. Примеры применения индекса нестационарности для практических задач: в медицине, геофизике, на финансовых рынках, при моделировании нестационарных рядов.

### Семестр: 3 (Осенний)

#### 11. Уравнение Лиувилля для выборочных плотностей функций распределения

Определение эмпирической скорости изменения плотности вероятности. Численная схема решения уравнения Лиувилля в задаче с заданными начальным и конечным условиями. Аппроксимация среднего динамического потока. Метод усреднения полугрупп с помощью теоремы Чернова. Пределы применимости уравнения Лиувилля для немеханических систем. Модели эволюции выборочных распределений временных рядов.

#### 12. Уравнения эволюции выборочных моментов

Зацепляющаяся моментная система. Модели с распределенными лагами. Кинетические модели временных рядов. Зависимость моментной системы от вероятностных гипотез относительно выборочных распределений. Построение динамических систем как аппроксимирующих моделей временных рядов. Нахождение динамически инвариантной меры.

#### 13. Уравнения эволюции эмпирических моментов для уравнения Фокке-ра-Планка

Согласование статистик временного ряда с условными моментами переходных вероятностей в уравнении Фоккера-Планка. Параметры дрейфа и диффузии. Уравнения эволюции выборочных дисперсии, ковариации и асимметрии. Положительная определенность диффузионной матрицы эмпирического уравнения Фоккера-Планка.

#### 14. Стационарные методы анализа временных рядов

Парная стационарная линейная регрессия. Авторегрессионные стационарные модели. Модель скользящего среднего. Модели авторегрессии-скользящего среднего, коинтегрированные временные ряды. Система Юла-Уокера. Фильтрационные модели временных рядов. Модели Брауна, Хольта, Уинтерса. Теорема Вольда. Адаптивные модели. Ограничения регрессионных моделей.

#### 15. Оценка достоверности нестационарной корреляции

Зависимость корреляции от длины выборки и времени. Нахождение наиболее достоверной корреляции как функции длины выборки. Вычислительные аспекты корреляционного анализа. Примеры геофизических, социологических и психологических коррелятов, ранговые статистики.

#### 16. Нестационарный пуассоновский поток событий

Уравнение Лиувилля в терминах времени и номера события. Генерация нестационарного временного ряда с заданным непараметрическим законом эволюции выборочных распределений. Распределение Пуассона. Оценка параметра потока. Выделение стационарной компоненты. Концепция моделирования нестационарного неэквидистантного временного ряда. Профиль потока как функция распределения.

#### 17. Горизонтный ряд и его свойства

Горизонтный ряд стационарных и нестационарных процессов, а также динамических систем. Распределение горизонтного ряда. Идентификация состояний наибольшего хаоса и кооперации сложной системы. Двухпараметрическая статистика расстояний между сдвинутыми выборками. Оптимизация сдвига и длины выборки. Связь между точностью, горизонтом прогнозирования и длиной выборки. Стационарность распределения горизонтного ряда.

#### 18. Определение оптимального объема выборки для задачи прогнозирования

Размер выборки. Факторы, влияющие на размер выборки. Разновидности ошибки выборки: систематическая, случайная. Расчет размера случайной ошибки выборки. Кейс: определение размера выборки

#### 19. Построение индикаторов разладки

Идентификация состояния фрагмента временного ряда. Построение эталонов классов. Ошибки распознавания при проектировании на базис эталонов. Концепция нестационарной разладки как изменения распределения уровня нестационарности. Статистики высших уровней, статистики статистик. Задача идентификации состояния как задача распознавания образов.

#### 20. Анализ статистики символов в естественных языках

Методы идентификации атрибутов текстов. Распознавание автора по фрагменту. Построение жанровых и тематических эталонов. Модель словаря. Статистики распределений n-грамм в текстах на естественных языках. Тестирование фрагментов на однородность, выделение эталона атрибута текста, многомерные эталоны. Сильно связанная компонента словаря в задаче семантического анализа. Конечность иерархии циклических семантических связей.

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащённая маркерной доской и набором маркеров, компьютером, подключенным к сети «Интернет», мультимедийным проектором и экраном.

### **6. Перечень рекомендуемой литературы**

#### Основная литература

1. Орлов Ю.Н. Кинетические методы исследования нестационарных временных рядов. – М.: МФТИ, 2014. – 432 с.
2. Орлов Ю.Н., Осминин К.П. Методы статистического анализа литературных текстов. – М.: Эдиториал УРСС/Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 312 с.

#### Дополнительная литература

1. Статистические функции распределения [Текст]/А. А. Власов, -М., Наука, 1966
2. Уилкс С. Математическая статистика. (пер. с англ.) – М.: Наука, 1967. – 632 с.

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

- Электронная библиотека ИПМ им. М.В. Келдыша РАН: <https://keldysh.ru/e-biblio/>
- Базакниг и журналов издательства Springer: <https://www.springer.com/gp/>
- База книг и журналов издательства Elsevier: <https://www.elsevier.com/books-and-journals>

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

Библиотека Python, компиляторы и трансляторы для языка C++, библиотека OpenMP, библио-тека MPI.

**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 и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- 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.



**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 математического моделирования и прикладной математики
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

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

**Разработчик:** Ю.Н. Орлов, д-р физ.-мат. наук, старший научный сотрудник, профессор

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
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

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Нестационарные временные ряды и большие данные» обучающийся должен:

### знать:

- основные кинетические уравнения (Лиувилля, Больцмана, Власова, Фоккера-Планка);
- индикаторы разладки временных рядов, согласованный уровень стационарности.

### уметь:

- работать с выборочными статистиками и исследовать их на стационарность.

### владеть:

- базовыми понятиями математической статистики и кинетической теории.

### 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 дифференцированного зачёта в 10-м семестре:

1. Уравнение Лиувилля в классической статистической механике для гладких динамических систем.
2. Уравнение Больцмана и его свойства.
3. Уравнение Власова и уравнения эволюции моментов.
4. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка.
5. Основные понятия динамического хаоса.
6. Выборочные функции распределения, критерий Колмогорова.
7. Оптимальное разбиение гистограммы для оценки плотности распределения.
8. Согласованный уровень стационарности.
9. Какие алгоритмы машинного обучения можно применить для анализа временных рядов с большим объемом данных?
10. В чем заключается разница между статистическими методами и методами машинного обучения при анализе временных рядов?

Перечень контрольных вопросов для дифференцированного зачёта в 11-м семестре:

1. Уравнение Лиувилля для выборочных распределений.
2. Нестационарное распределение Пуассона.
3. Уравнения эволюции выборочных моментов.
4. Положительная определенность диффузионной матрицы эмпирического уравнения Фоккера-Планка.
5. Парная стационарная линейная регрессия.
6. Горизонтный ряд и его свойства.
7. Распределение горизонтного ряда в последнем сегменте горизонта прогнозирования.
8. Согласованный уровень стационарности как индикатор разладки.
9. Определение оптимального объема выборки для задачи прогнозирования.
10. Типы расстояний между выборочными распределениями.

### Критерии оценивания

Оценка отлично (10) 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) 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) выставляется студенту, показавшему 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) 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) 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) 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) 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) 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) 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) 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.