

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Е.А. Белянко

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Системы автоматического управления
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра радиолокации, управления и информатики
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

Л.В. Колесников, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент

Я.И. Малашко, д-р техн. наук, доцент, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры радиолокации, управления и информатики 26.04.2021

Аннотация

Программа содержит основные понятия теории систем автоматического управления (САУ):

Определение САУ, постановку задач анализа и синтеза, критерии качества, принципы. Дается классификация САУ. Приводятся методы исследования, обосновывается использование операторного метода для линейных систем. Рассматривается частотный подход к исследованиям. Приводятся критерии устойчивости и обосновываются запасы устойчивости. Приводятся оценки динамического качества и флюктуационных ошибок систем. На основе спектрального подхода рассматривается формирование контура управления ракеты при полете относительно опорной траектории и метод самонаведения.

Программа включает теорию импульсных и цифровых САУ. Рассматривается математический аппарат z-преобразования. Приводятся передаточные функции и частотные характеристики дискретных систем. Рассматривается прохождение случайных сигналов через линейную дискретную систему. Дан пример расчета дисперсии сигнала на выходе углового контура ГСН.

Приводится метод статистической линеаризации нелинейных систем.

Обосновывается метод математического моделирования при исследовании САУ. Приведена методика разработки сложных математических моделей.

Приводится процедура фильтров Калмана и Калмана-Бьюси. Рассматривается задача идентификации. Приводится пример обработки радиолокационной информации при сопровождении баллистического объекта.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

освоение студентами знаний теории систем автоматического управления, изучение методов исследования, разработки и практического применения.

Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний и общих принципов теории систем автоматического управления (САУ);
- обучение студентов разработке программно-алгоритмического обеспечения САУ, в числе наведения современных ЗУР и сопровождения воздушных объектов многофункциональными РЛС;
- обучение студентов проектированию САУ.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов

ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ место и роль САУ в технике;
- ☐ современные проблемы теории САУ;
- ☐ математические модели современных систем автоматического управления;
- ☐ основные законы проектирования САУ;
- ☐ новейшие достижения в разработке систем автоматического управления.

уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике законы, понятия, суждения, умозаключения;
- ☐ определять преимущества и недостатки различных методов проектирования САУ;
- ☐ проводить статистическое моделирование;
- ☐ абстрагироваться от несущественных явлений при разработке математических моделей сложных систем;
- ☐ планировать оптимальное проведение математического и натурного эксперимента.

владеть:

- ☐ планированием, обработкой результатов математического моделирования и организации натурных работ;
- ☐ навыками самостоятельной работы и Интернете;
- ☐ технологией разработок САУ и их программно-алгоритмическим обеспечением.

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	Введение в теорию систем автоматического управления (САУ). Принципы автоматического управления	2			2
2	Линеаризация САУ. Преобразование Лапласа. Передаточные функции и структурные схемы.	2			2
3	Частотный подход к исследованию САУ.	2			2
4	Критерии устойчивости САУ.	2			2
5	Оценка динамического качества управления автоматической системы.	2			2

6	Прохождение случайных процессов через линейные стационарные системы. Примеры расчетов характеристик случайных процессов на выходе САУ.	2			2
7	Взаимные корреляционные функции и спектральные плотности.	2			2
8	Аналитический способ вычисления дисперсии случайного процесса. Формирующий фильтр.	2			2
9	Импульсные и цифровые автоматические системы. Математический аппарат.	2			2
10	Передаточные и весовые функции импульсных систем.	2			2
11	Частотные методы исследования импульсных систем.	2			2
12	Оценка статистических характеристик дискретных систем.	2			2
13	Метод статистической линеаризации нелинейных систем.	2			2
14	Метод математического моделирования при исследовании САУ.	2			2
15	Фильтр Калмана. Фильтр Калмана-Бьюси. Решение задачи индентификации.	2			2
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 7 (Осенний)

1. Введение в теорию систем автоматического управления (САУ). Принципы автоматического управления

Определение автоматического управляющего устройства. Задачи анализа и синтеза САУ. Критерии качества: точность, быстродействие и др. Принципы автоматического управления. Управление в разомкнутом контуре, управление в замкнутом контуре (принцип обратной связи). Комбинированный метод управления. Принципы адаптации, максимума информации, суперпозиции для линейных систем. Классификация САУ.

2. Линеаризация САУ. Преобразование Лапласа. Передаточные функции и структурные схемы.

Линеаризация статистических характеристик и дифференциальных уравнений. Линейные дифференциальные уравнения и их решения. Корневой критерий устойчивости САУ. Прямое и обратное преобразование Лапласа. Основные теоремы преобразования Лапласа. Примеры преобразований Лапласа. Передаточные функции и структурные схемы качества: точность, быстродействие и др. Принципы автоматического управления. Управление в разомкнутом контуре, управление в замкнутом контуре (принцип обратной связи). Комбинированный метод управления. Принципы адаптации, максимума информации, суперпозиции для линейных систем. Классификация САУ.

3. Частотный подход к исследованию САУ.

Переход от дифференциальных уравнений к частотным характеристикам. Частотные характеристики стационарных линейных систем. Логарифмические частотные характеристики типовых динамических звеньев: безинерционного усилительного, дифференциального, интегрирующего, инерционного, колебательного, форсирующего, форсирующего колебательного, «чистого» запаздывания.

4. Критерии устойчивости САУ.

Понятие устойчивости линейных стационарных систем. Критерии Гурвица. Принцип аргумента. Критерии Михайлова. Критерии Найквиста-Михайлова. Годографы передаточных функций. Примеры устойчивых и неустойчивых систем. Анализ устойчивости частотными методами. Оценка устойчивости замкнутых систем по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутых систем. Запасы устойчивости.

5. Оценка динамического качества управления автоматической системы.

Временные характеристики САУ. Весовые функции, переходные процессы. Характеристики переходного процесса. Динамические ошибки. Коэффициенты ошибок. Статистические и астатические системы. Пример формирования контура управления ракетой.

6. Прохождение случайных процессов через линейные стационарные системы. Примеры расчетов характеристик случайных процессов на выходе САУ.

Случайные процессы и их характеристики. Законы распределения. Математические ожидания, дисперсии и среднеквадратические отклонения. Эффективная полоса пропускания САУ.

Расчет характеристик случайных процессов на выходе дифференциатора K -го порядка. Прохождение белого шума через резонансную систему, через «окно» на средних частотах, через низкочастотное «окно», через инерционное звено. Прохождение стационарного случайного гармонического воздействия и постоянной случайной функции.

7. Взаимные корреляционные функции и спектральные плотности.

Корреляционные и взаимно корреляционные функции. Спектральные плотности. Связь между математическими ожиданиями входного и выходного процессов САУ. Связь между корреляционными функциями и спектральными плотностями входного и выходного процессов.

Зависимость взаимной корреляционной функции выходных процессов от корреляционной функции входного процесса. Зависимость взаимной спектральной плотности от спектральной плотности воздействия. Зависимость взаимной корреляционной функции и спектральная плотность производных установившегося случайного процесса. Взаимные корреляционная функция и спектральная плотность входного и выходного процесса.

8. Аналитический способ вычисления дисперсии случайного процесса. Формирующий фильтр.

Достоинства аналитических методов определения дисперсии выходных процессов. Табличные интегралы для вычисления дисперсии. Вычисление дисперсии отклонения выходного процесса от входного. Определение дисперсии установившегося выходного процесса в системе, эквивалентной колебательному звену. Формирующий фильтр.

9. Импульсные и цифровые автоматические системы. Математический аппарат.

Определение линейной системы импульсного регулирования. Решетчатые функции. Разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа, Z -преобразование.

Теорема запаздывания и опережения. Теорема об умножении оригинала на экспоненту. Изображение разностей. Теоремы о конечном и начальном значениях. Изображение свертки функций.

10. Передаточные и весовые функции импульсных систем.

Приведенная весовая функция непрерывной части с экстраполяцией. Приведенная передаточная функция. Экстраполятор нулевого порядка. Общая формула для определения передаточной функции разомкнутой импульсной системы. Передаточные функции замкнутых импульсных систем.

11. Частотные методы исследования импульсных систем.

Частотные передаточные функции дискретных систем. Псевдочастоты: относительная и абсолютная. Устойчивость и качество линеаризованных цифровых автоматических систем. Коэффициенты ошибок. Связь между спектральной плотностью решетчатого процесса и корреляционной функцией. Расчет дисперсии центрированного дискретного процесса.

12. Оценка статистических характеристик дискретных систем.

Определение корреляционной функции выходного сигнала. Определение спектральной плотности выходного сигнала через спектральную плотность входного. Определение дисперсии выходного сигнала через спектральную плотность входного сигнала и частотную передаточную функцию системы.

13. Метод статистической линеаризации нелинейных систем.

Критерии статистического соответствия по среднему значению и среднеквадратическому отклонению. Критерий статистического соответствия по минимуму среднего значения квадрата разницы истинной и аппроксимирующей функции. Доказательство достаточности необходимых условий критерия минимума среднего значения. Формульные соотношения для расчета коэффициентов аппроксимации.

14. Метод математического моделирования при исследовании САУ.

Определение модели. Достоинства метода моделирования и его недостатки. Основные задачи моделирования. Разработка алгоритмов управления и параметров САУ. Оценка показателей качества системы. Использование моделей в наладке аппаратуры и при обучении операторов на тренажерах. Разработка модели. Разработка технического задания на математическую модель. Составление структурной схемы модели. Разбиение модели на блоки. Выбор языка программирования и персональных компьютеров.

15. Фильтр Калмана. Фильтр Калмана-Бьюси. Решение задачи идентификации.

Оценивание параметров методом наименьших квадратов. Оптимальная фильтрация для одношаговых процессоров. Многошаговая фильтрация. Уравнения оптимальной фильтрации Калмана. Фильтрация для нелинейного случая. Решение задач идентификации с помощью фильтра Калмана.

Постановка задачи для непрерывного случая. Получение решения для непрерывного фильтра Калмана-Бьюси с помощью предельного перехода. Уравнение экстраполяции. Фильтр Калмана-Бьюси для нелинейного случая.

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. Вероятностный анализ систем автоматического управления [Текст] : в 2-х т./Н. А. Лившиц, В. Н. Пугачев, -М., Советское радио, 1963
2. Линейные автоматические системы [Текст] : (элементы теории, методы расчета и справочный материал : уч. пособия для втузов / И. М. Макаров, Б. М. Менский .— М. : Машиностроение, 1977 .— 464 с.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Т. 1÷4 Автоматическое управление. Теория. Редакторы Е.А. Федосов, К.С. Колесников, 2000 г.

Дополнительная литература

1. Прикладная теория оптимального управления. Оптимизация, оценка и управление [Текст]/А. Брайсон, Хо Ю-Ши , пер. с англ. Э. М. Макашова, Ю. П. Плотникова под ред. А. М. Летова, -М., Мир, 1972
2. Теория автоматического регулирования, основанная на частотных методах [Текст]/Н. Т. Кузовков, -М., Оборонгиз, 1960
3. Цифровые автоматические системы [Текст]/В. А. Бесекерский, -М., Наука, 1976
4. Математическая теория оптимальных процессов [Текст]/Л. С. Понтрягин, -М., Наука, 1976
5. Проектирование зенитных управляемых ракет. Под редакцией И.С. Голубева, В.Г. Светлова. Москва, издательство МАИ, 1999 г.

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

1. <http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтеха
2. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
3. <http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

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

Мультимедийные технологии, презентации PowerPoint.

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

Успешное освоение курса «Системы автоматического управления» требует большой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях,
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

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

Показателем владения материалом служит умение ставить и решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра радиолокации, управления и информатики
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Экзамен

Разработчики:

Л.В. Колесников, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент

Я.И. Малашко, д-р техн. наук, доцент, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Системы автоматического управления» обучающийся должен:

знать:

- ☐ место и роль САУ в технике;
- ☐ современные проблемы теории САУ;
- ☐ математические модели современных систем автоматического управления;
- ☐ основные законы проектирования САУ;
- ☐ новейшие достижения в разработке систем автоматического управления.

уметь:

- ☐ эффективно использовать на практике законы, понятия, суждения, умозаключения;
- ☐ определять преимущества и недостатки различных методов проектирования САУ;
- ☐ проводить статистическое моделирование;
- ☐ абстрагироваться от несущественных явлений при разработке математических моделей сложных систем;
- ☐ планировать оптимальное проведение математического и натурального эксперимента.

владеть:

- ☐ планированием, обработкой результатов математического моделирования и организации натурных работ;
- ☐ навыками самостоятельной работы и в Интернете;
- ☐ технологией разработок САУ и их программно-алгоритмическим обеспечением.

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

Текущий контроль

За семестр каждому студенту предлагается выполнить индивидуальный проект:
за 7-й семестр «Формирование контура управления зенитной ракеты»,

В проекте за 7-й семестр требуется определить в соответствии с индивидуальными исходными данными:

1. Принципиальную структурную схему контура управления. Астатизм контура.
2. Передаточные функции разомкнутого и замкнутого контура.
3. Коэффициенты ошибок C_0 , C_1 , C_2 , C_3 .
4. Изобразить логарифмические частотные характеристики разомкнутого контура.
5. Определить эффективную полосу пропускания
6. Изобразить переходной процесс замкнутого контура.

Результаты работы необходимо предоставить в письменном виде до экзамена.

Отчет должен быть закончен до сдачи экзамена.

Качество выполненных индивидуальных проектов учитывается при сдаче экзамена.

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

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена

1. Методы исследования систем автоматического управления. Аналитические и численные методы решения дифференциальных уравнений. Частотный метод. Метод математического моделирования (достоинства и недостатки метода).
2. Частотные характеристики стационарных линейных систем. Логарифмические частотные характеристики.
3. Критерии устойчивости САУ. Критерии Гурвица, Михайлова, Найквиста-Михайлова. Анализ устойчивости частотными методами.
4. Оценка динамического качества САУ. Переходные процессы и весовые функции. Коэффициенты ошибок.
5. Прохождение случайных процессов через САУ. Расчет характеристик случайных процессов на выходе САУ.
6. Импульсные САУ. Разностные уравнения. Дискретные преобразования Лапласа, Z-преобразование. Основные теоремы Z-преобразования.
7. Общая формула для определения передаточной функции разомкнутой импульсной системы. Передаточная функция замкнутой системы.
8. Метод статистической линеаризации нелинейных систем. Критерии статистического соответствия. Формульные соотношения для расчета коэффициентов соответствия.
9. Фильтр Калмана. Статистическая обработка измерений координат баллистического объекта на основе фильтра.

Примеры контрольных заданий:

1. Рассчитать среднеквадратичное отклонение выходного процесса на выходе колебательного звена при воздействии белого шума.
2. Рассчитать коэффициенты ошибок для замкнутой системы с передаточной разомкнутой функцией $W(S) = \frac{K}{S^2} (1 + T_1 S) \left(\frac{1}{1 + 2\zeta T S + T^2 S^2} \right)$ при воздействии сигнала $g(t) = g_0 + g_1 t + \frac{g_2}{2} t^2$.
3. Определить оригинал для функций $\sin \lambda t$ и $\cos \lambda t$.
4. Построить частотные характеристики для передаточной функции $W(S) = k \frac{1 + T_1 S}{1 + T_2 S}$.

Примеры экзаменационных билетов (заданий, тестов и др. материалов, используемых для проведения зачета, экзамена):

1. Аналитический способ вычисления дисперсии случайного процесса.
2. Частотные характеристики разомкнутой системы с передаточной функцией $W(S) = \frac{K}{S^2} (1 + T_1 S) \left(\frac{1}{1 + 2\zeta T S + T^2 S^2} \right)$. Запасы устойчивости.
3. Теорема о конечном значении.
4. Формирующие фильтры.

4. Критерии оценивания

Оценка	Баллы	Критерии
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.
	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.
	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.
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.
	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.
	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.
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.
	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.
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.
	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.

Окончательная оценка студенту выставляется с учетом ответов других студентов.

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

Экзамен проводится в устной форме.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 1 час на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамен обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.