

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 18.03.2023 11:30:06  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Физико-химические свойства воды

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	108	Формы контроля на курсах: зачет 3
в том числе:		
аудиторные занятия	16	
самостоятельная работа	88	
часов на контроль	4	

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	4	6	4
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	6	4	6	4
Итого ауд.	16	12	16	12
Контактная работа	16	12	16	12
Сам. работа	88	92	88	92
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н, доцент, Нефедова Е.В.*

Рабочая программа

**Физико-химические свойства воды**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, 13.03.01\_21\_Теплоэнергетика и теплотехника\_ПрПТЭ\_заоч\_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.04.2021, протокол № 30

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.04.2021, протокол № 30

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения Гюнтер Д.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель дисциплины - формирование у обучающихся знаний о гидрохимии природных и сточных вод, теоретических основах физико-химических и микробиологических процессов очистки воды.
1.2	Задачи:
1.3	- обеспечить усвоение знаний о физико-химических свойствах воды, водных растворов, водных дисперсий;
1.4	- дать представление о физических, химических и микробиологических показателях качества природных и сточных вод.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Гидрогазодинамика	
2.1.2	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Котельные установки и парогенераторы	
2.2.2	Тепломассообменное оборудование предприятий	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Преддипломная практика	
2.2.5	Технологические энергоносители предприятий	
2.2.6	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ****4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Физические и химические свойства воды.</b>							
1.1	Классификация природных примесей на основе их фазово-дисперсных характеристик. Классификация коллоидных систем. Характеристика природных вод. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Физико-химические основы процессов обработки природных и сточных вод. Обеззараживание воды. Коррозия металлов. Характеристика бытовых и производственных сточных вод. /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.3	Определение общей щелочности воды и отдельных форм щелочности /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			

1.4	Подготовка отчёта по лабораторной работе. Физико-химические основы очистки воды эвапорацией. Двухкомпонентные системы взаимно нерастворимых жидкостей. Перегонка с паром (эвапорация). Расчет масс жидкостей в конд енсате. Расходный коэффициент пара. Физико-химические основы очистки воды экстракцией. Гетерогенное равновесие жидкость - жидкость. Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Закон распределения. Экстракция. Однократная и дробная экстракция. Расчет степени извлечения растворенного вещества. Экстракционная очистка воды. Выполнение контрольной (домашней) работы /Ср/	3	36		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
<b>Раздел 2. Методы очистки сточных вод.</b>								
2.1	Общая микробиология. Бактериологический анализ. Биологические факторы самоочищения водоема. Роль микроорганизмов в процессах очистки сточных вод. /Лек/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Очистные сооружения. Расчёт и выбор данных объектов /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Определение жесткости воды /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			

2.4	Подготовка отчёта к лабораторной работе. Физико-химические основы очистки воды от коллоидных примесей. Коллоидное состояние вещества. Коллоидно-дисперсные и взвешенные примеси природных и сточных вод. Адсорбция сильных электролитов. Образование двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция. Ионообменный метод опреснения и обессоливания воды. Обработка воды коагулянтами. Коагулянты, используемые в процессе водоподготовки и их гидролиз. Подготовка к зачету. /Ср/	3	56		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Проведение зачёта /Зачёт/	3	4		Э1 Э2 Э3 Э4			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к зачету (ОПК-4-31; ПК-3-31; УК-4-31):

1. Фазовое равновесие. Фаза. Компоненты. Степени свободы.
2. Классификация систем по числу фаз, компонентов и степеней свободы.
3. Правило фаз Гиббса. Расчет максимального числа равновесных фаз и степеней свободы в двух-компонентной системе.
4. Фазовые переходы. Равновесие жидкость-пар. Законы Рауля и Дальтона.
5. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.
6. Двухкомпонентные системы взаимно нерастворимых летучих жидкостей. Закономерности их испарения.
7. Эвапорация.
8. Расчет масс жидкостей в конденсате.
9. Расходный коэффициент пара
10. Правило рычага. Расчет масс фаз, находящихся в равновесии.
11. Простая перегонка.
12. Фракционная перегонка.
13. Опреснение и обессоливание воды методом дистилляции.
14. Третий компонент в системе взаимно нерастворимых жидкостей. Закон распределения.
15. Экстракция как метод очистки сточной воды от примесей.
16. Однократная и дробная экстракция. Требования, предъявляемые к экстрагентам
17. Расчет степени извлечения растворенного вещества методом однократной экстракции.
18. Расчет степени извлечения растворенного вещества методом дробной экстракции.
19. Опреснение и обессоливание воды методом экстракции.
20. Коллоидные системы и их отличительные признаки.
21. Лиофильные и лиофобные коллоидные растворы.
22. Поверхностные явления адсорбция.
23. Адсорбция сильных электролитов. Образование двойного электрического слоя.
24. Ионообменная адсорбция.
25. Ионообменный метод опреснения и обессоливания воды.
26. Умягчение воды методом ионного обмена
27. Строение частиц дисперсной фазы в лиофобных коллоидных растворах.
28. Строение двойного электрического слоя мицеллы.
29. Потенциал поверхности и электрокинетический потенциал. Изоэлектрическое состояние.
30. Устойчивость коллоидных растворов. Факторы, влияющие на устойчивость коллоидных растворов.
31. Коагуляция коллоидных растворов.
32. Факторы, вызывающие коагуляцию коллоидных растворов.
33. Коагуляция коллоидных растворов под действием электролитов. Правило Шульце-Гарди.
34. Обработка воды коагулянтами с целью ее очистки от коллоидных примесей

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Темы контрольной работы (ОПК-4-У1,В1; ПК-3-У1,В1; УК-4-У1,В1):

1. Вода, как технологическое сырье.
  2. Основы водного режима ТЭС.
  3. Структура и физико-химические свойства чистой воды и солевых растворов
  4. Примеси природных вод и показатели качества воды.
  5. Физико-химические основы механизма образования накипи
  6. Методы восстановления стабильности воды.
  7. Характеристика ионизированных примесей воды.
  8. Технологические и биологические показатели качества воды.
  9. Насыщенные и пересыщенные, растворы, степень пересыщения.
  10. Предварительная очистка воды.
  11. Коагуляция коллоидных примесей воды Основные этапы и процессы подготовки воды на ТЭС, условия их применения.
  12. Предочистка-аппараты, процессы, достигаемые показатели качества воды.
  13. Коллоидные примеси природных вод и их свойства.
  14. Известкование и содоизвесткование.
  15. Известкование, содоизвесткование и магниальное обескремнивание воды.
  16. Область применения, сущность методов, реагенты и сопутствующие химические реакции.
  17. Технологическая схема известкования и коагуляции воды.
  18. Механическое фильтрование воды.
  19. Обработка воды методами ионного обмена.
  20. Безреагентные методы обработки воды.
  21. Обратный осмос и электродиализ.
  22. Термическое обессоливание воды в испарительных установках
- Объем контрольной работы 17-20 стр. Основные структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, приложения (при необходимости).

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзамена по дисциплине не предусмотрено

Дистанционно зачёт может проводиться в LMS Canvas. Тест содержит 30 заданий. На решение отводится 30 минут.

Разрешенные попытки - одна.

Образец заданий для зачёта, проводимого дистанционно в LMS Canvas (ОПК-4-31,У1,В1; ПК-3-31,У1,В1; УК-4-31,У1,В1):

1. Наименьшее содержание веществ примесей?
  - в морской воде;
  - в речной воде;
  - в водопроводной воде;
  - в дистиллированной воде.
2. С водой могут вступать в реакцию оба вещества пары?
  - CuO, Na;
  - CaO, Ca;
  - CO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>;
  - N<sub>2</sub>, Fe.
3. Сумма коэффициентов в уравнениях реакций воды с барием и воды с оксидом серы (VI) соответственно равна?
  - 3 и 4;
  - 4 и 3;
  - 4 и 4;
  - 5 и 3.
4. Выберите формулу гидроксида, который можно получить реакцией соответствующего оксида с водой:
  - H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>;
  - Cu(OH)<sub>2</sub>;
  - Ca(OH)<sub>2</sub>;
  - Fe(OH)<sub>3</sub>.
5. В процессе взаимодействия двух веществ образовались гидроксид калия и водород. Какие вещества вступили в реакцию?
  - калий и вода;
  - оксид калия и вода;
  - калий и соляная кислота;
  - оксид калия и соляная кислота.
6. Укажите физическое свойство воды?
  - голубой цвет;
  - имеет приятный запах;

- температура плавления 4 °С;  
 хороший растворитель.
7. При комнатной температуре с водой реагируют оба металла, указанные в паре?  
 барий и медь;  
 кальций и литий;  
 алюминий и ртуть;  
 серебро и натрий.
8. Какие вещества обозначены «X» и «Y» в цепочке превращений  $S \rightarrow +X SO_2 \rightarrow +Y H_2SO_3$ ?  
 X – H<sub>2</sub>O; Y –O<sub>2</sub>;  
 X – O<sub>2</sub>; Y –H<sub>2</sub>O;  
 X – O<sub>2</sub>; Y –H<sub>2</sub>;  
 X – H<sub>2</sub>; Y - O<sub>2</sub>.
9. Сумма коэффициентов в уравнениях реакций воды с натрием и воды с оксидом лития соответственно равна:  
 7 и 3;  
 6 и 3;  
 4 и 4;  
 7 и 4;
10. Фенолфталеин в основаниях становится?  
 красный;  
 прозрачный  
 синий;  
 малиновый.
11. Смесь называется однородной?  
 частицы не видны в растворе;  
 частицы видны в растворе;  
 подсолнечного масла и воды;  
 песка и воды.
12. Смешали 200 г 10%-го раствора и 400 г 40%-го раствора соли. Процентная концентрация соли в новом растворе стала:  
 25;  
 30;  
 35;  
 40.
13. Вода содержит больше растворенного кислорода в море:  
 Белом;  
 Черном;  
 Балтийском;  
 Красном.
14. Вода имеет большое значение для жизни  
 Растений;  
 Животных;  
 человека;  
 всех живых организмов.
15. Какова молярная концентрация раствора если в 3 л содержится 6 моль растворенного вещества?  
 3 моль/л;  
 5 моль/л;  
 2 моль/л;  
 1.5 моль/л.
16. Верны ли следующие суждения?  
А. Гидролиз - это обменное разложение веществ водой под действием электрического тока.  
Б. Соль реагирует с водой с образованием основания и кислоты, если в таблице растворимости указано, что эта соль разлагается в водной среде.  
 оба суждения не верны;  
 верно только Б;  
 верны оба суждения;  
 верно только А.
17. Причина загрязнения воды?

- халатное отношение человека к водным ресурсам;
  - фильтрование;
  - хлорирование;
  - кипячение.
18. Выберите формулу гидроксида, который можно получить реакцией соответствующего оксида с водой:
- $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ;
  - $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;
  - $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;
  - $\text{Al}(\text{OH})_3$ .
19. Реакция образования глюкозы и кислорода из углекислого газа и воды, протекающая в зеленых растениях, называется реакцией
- Фотоллиза;
  - Гидролиза;
  - Электролиза;
  - Фотосинтеза.
20. Укажите долю запасов пресной воды на территории России от ее мировых запасов.
- 30%;
  - 20%;
  - 10%;
  - 5%.
21. Укажите физическое свойство воды:
- голубой цвет;
  - имеет приятный запах;
  - температура кипения  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ;
  - имеет вкус.
22. Среди методов очистки воды химическим является?
- Дистилляция;
  - Декантация;
  - Фильтрование;
  - обработка серебром.
23. Связь между атомами в молекуле воды?
- ков. неполярная;
  - водородная;
  - ионная;
  - ков. полярная.
24. Метод определения состава воды путем ее разложения на кислород и водород называется
- Анализ;
  - Синтез;
  - Дистилляция;
  - Выпаривание.
25. Очистить воду от вредных примесей можно с помощью:
- Кипячения;
  - Фильтрования;
  - добавления кристаллов перманганата калия;
  - всеми приведенными способами.
26. Физическими свойствами воды являются
- .не имеет цвета;
  - взаимодействует с активными металлами;
  - образуется в процессе фотосинтеза;
  - имеет три агрегатных состояния.
27. Верны ли следующие суждения?
- А. щелочные металлы и щелочноземельные металлы взаимодействуют с водой при комнатной температуре с образованием щелочи и водорода.
- Б. Металлы главных подгрупп III и IV групп Периодической системы элементов взаимодействуют с водой при комнатной температуре с образованием щелочи и водорода.
- оба суждения не верны;
  - верно только Б;
  - верны оба суждения;
  - верно только А.



28. укажите оксид, который взаимодействует с водой.
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;
- SiO<sub>2</sub>;
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
29. Верны ли следующие суждения?
- А. Вода реагирует с оксидом металла, если при этом образуется нерастворимое основание.
- Б. Вода реагирует с оксидом неметалла, если при этом образуется растворимая кислота.
- оба суждения не верны;
- верно только Б;
- верны оба суждения;
- верно только А.
30. В результате реакции воды с оксидами неметаллов могут образоваться
- кислородсодержащие кислоты;
- бескислородные кислоты;
- нерастворимые основания;
- щелочи.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

При оценке результатов выполнения контрольной (домашней) работы используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

Результат оценивания                      Критерии оценки  
«зачтено»:                      Выполнены все задания контрольной работы, либо допущены незначительные ошибки при выполнении.

«не зачтено»:                      Студент не выполнил или выполнил неправильно задания контрольной работы.

При поведении зачета в форме письменного (устного) опроса или в форме тестирования критериями оценки являются:

«зачтено»:                      Изложение вопросов не менее, чем на 50 %, возможны ошибки в периодизациях, классификациях, трактовке основных понятий и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано другим вопросом (на усмотрение преподавателя) при соответствующей записи в Листе устного опроса. Допустимо непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.

«не зачтено»:                      Отсутствие записей в Листе устного опроса, отказ от ответа, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Изложение вопросов менее, чем на 50 %. Незнание основных понятий и положений темы. Неспособность связно изложить материал.

При поведении зачёта в форме компьютерного тестирования критериями оценки являются:

«зачтено»: получение от 50 до 100 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время;

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Быстрицкий Г.Ф.	Основы энергетики: учебник		Москва: Кнорус, 2012,
Л1.2	Сивагатулина А.М.	Водоснабжение. Ч. 1. Наружные сети и сооружения: учебное пособие		Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459510">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=459510</a>
Л1.3	Чудновский, С.М.	Улучшение качества природных вод		Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466773">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=466773</a>

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	С.В.Картавец	Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий : учебное пособие		Магнитогорск: МГТУ, 2000,
Л2.2	Стоянов Н.И.	Водоподготовка: курс лекций		Ставрополь: СКФУ, 2018, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494813">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494813</a>

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
ЛЗ.1	Косточко А. В. , Валишина З. Т. , Шипина О. Т.	Прогнозирование совместимости в системе полимер–растворитель		Казань: Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=428031">https://biblioclub.ru/index.php? page=book_red&amp;id=428031</a>
ЛЗ.2	Зиновьева Л.М., Вержбицкий В.В., Верисокин А.Е.	Сбор, транспорт и хранение нефти на промыслах: практикум: Практикум		Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ),, 2017, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=483759">https://biblioclub.ru/index.php? page=book_red&amp;id=483759</a>
ЛЗ.3	Аксенова В.И.	Химия воды: Лабораторный практикум		Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014 , <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=275796">https://biblioclub.ru/index.php? page=book_red&amp;id=275796</a>

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	КиберЛеника	<a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>
Э2	НФ НИТУ МИСиС	<a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>
Э3	Российская научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
Э4	Физико-химические свойства воды	<a href="https://lms.misis.ru/">https://lms.misis.ru/</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	<a href="https://new.fips.ru/">https://new.fips.ru/</a> - Федеральный институт промышленной собственности	
И.2	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	
И.3	<a href="https://minenergo.gov.ru/">https://minenergo.gov.ru/</a> - Официальный сайт Министерства Энергетики Российской Федерации	

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная; - внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимися инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online (работа в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначена для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.) и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Возможно проведение синхронной работы со студентами с использованием Microsoft Teams или Zoom. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.