

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Котова Лариса Анатольевна

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 21.03.2024 10:52:17

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 основы водоподготовки

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (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	8	8	8	8
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	88	88	88	88
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.т.н, доцент, Антонов В.Н.

Рабочая программа

Физико-химические основы водоподготовки

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_20_Теплоэнергетика и теплотехника_ПрПТЭ_заоч_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Протокол от 06.03.2024 г., №3

Руководитель подразделения доцент, к.п.н. Мажирин Р.Е.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины: формирование теоретической базы и практических навыков в выборе методов обработки воды для различных условий работы теплоэнергетического оборудования, обучение составлению общей схемы технологического процесса при применении различных методов обработки воды.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- рассмотрение категорий водопотребления, требований к качеству воды, источников водоснабжения, ресурсы;
1.4	- рассмотрения вопросов проектирования систем водоснабжения, типов водопроводных сетей;
1.5	- освоение принципов и методов определения диаметров водопроводных линий и потерь напора в них.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.2	Физико-химические свойства воды	
2.1.3	Химия топлива	
2.1.4	Персональная эффективность	
2.1.5	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий	
2.2.2	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки	
2.2.3	Конструкции и тепловая работа промышленных печей	
2.2.4	Котельные установки и парогенераторы	
2.2.5	Тепломассообменное оборудование предприятий	
2.2.6	Технологические энергоносители предприятий	
2.2.7	Энергоаудит на промышленных предприятиях и в коммунальном хозяйстве	
2.2.8	Безопасность жизнедеятельности	
2.2.9	Научно-исследовательская работа	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Преддипломная практика	
2.2.12	Тепловые электрические станции	
2.2.13	Теплоэнергетические системы промышленных предприятий	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: производственно-технологическая (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Знать:
ПК-3-32 основы сбора информации с оборудования водоподготовки на ТЭС и предприятиях
ПК-3-31 современные физические и химические методы обработки воды и принципы их выбора для конкретных систем водоснабжения
ОПК-4: практическая профессиональная подготовка (способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок)
Знать:
ОПК-4-31 современные технологии выполнения работ по освоению и доводке технологических процессов в области водоподготовки
ОПК-4-32 современное программное обеспечение для выполнения математических расчетов в области водоподготовки
ПК-3: производственно-технологическая (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Уметь:
ПК-3-У2 применять цифровые технологии в ведении технологического процесса химводоподготовки на ТЭС
ОПК-4: практическая профессиональная подготовка (способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок)
Уметь:

ОПК-4-У1 организовывать свой труд, оценивать результаты своей деятельности при выполнении работ по доводке и освоению технологических процессов
ОПК-4-У2 проектировать схемы и основное оборудование водоподготовки
ПК-3: производственно-технологическая (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Уметь:
ПК-3-У1 организовывать ведения водно-химического режима без снижения экономичности и надежности работы
Владеть:
ПК-3-В1 основами анализа и обработки результатов, общими принципами нормативно-технической базы
ОПК-4: практическая профессиональная подготовка (способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок)
Владеть:
ОПК-4-В1 основными методами решения задач в области энергетики и экозащитных мероприятий, энерго- и ресурсосбережения, способами совершенствования профессиональных знаний, способами демонстрации и умения анализировать ситуацию
ОПК-4-В2 программами и цифровыми технологиями, применяемыми в области водоподготовки на ТЭС и предприятиях

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
	Раздел 1. Использование воды в теплоэнергетике.							
1.1	Типичные схемы обращения воды в котельных и на ТЭЦ. Причины загрязнения воды, циркулирующей в теплоэнергетических установках. Классификация и характеристика примесей природных вод. Характеристика качества контурных вод. Показатели качества природных вод. Основы процессов водоподготовки. Общая характеристика методов осаждения. Обработка воды реагентами-осадителями. Оборудование предварительной очистки с осветлителями и его эксплуатация. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных загрязнений. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных загрязнений. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-3-32 ОПК-4-31 ОПК-4-32	Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1

1.2	Безреагентные методы обработки воды. Технология осветления воды на насыпных фильтрах. Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами. Очистка воды от растворенных газов. Физические основы водоочистки. Экстракция. Эвапорация. Коагуляция. Флотация (вакуумная, напорная, импеллерная). Электрофлотация. Ультразвуковые методы обработки воды. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2	Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1
1.3	Исследование физических показателей качества воды /Лаб/	3	2	ПК-3-В1 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2	Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.4	Свойства воды. Строение молекул и ассоциатов природной воды. Изотопы. Физические свойства воды. Дисперсные системы. Классификация С.А. Щукарева. Классификация Л.А. Кульского. Взвешенные примеси. Мутность и прозрачность. Запах. Цветность. Минерализация. Электропроводимость. Жесткость. Щелочность. Органические вещества. Тяжелые металлы. Требования, предъявляемые к качеству воды. Законодательство и нормативные документы. Выполнение контрольной работы /Ср/	3	44	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-32 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1
	Раздел 2. Химические основы водоочистки.							
2.1	Ионный обмен. Неорганические иониты. Органические иониты. Общие сведения об ионитах и закономерностях ионообменных процессов. Технологические характеристики ионитов. Технология ионного обмена. Оборудование ионитной части водоподготовительных установок. /Лек/	3	4	ПК-3-31 ПК-3-32 ОПК-4-31 ОПК-4-32	Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1

2.2	Отложения в энергетическом оборудовании, способы их предотвращения и устранения. Отложения в котлоагрегатах и теплообменниках. Водоподготовительная установка. Основные элементы водоподготовки. /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2	Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1
2.3	Приготовление модельной смеси сточных вод промышленного типа /Лаб/	3	2	ПК-3-В1 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2	Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.4	Применение механизма процесса фильтрации. Фильтрующие материалы их характеристика и требования предъявляемые к ним. Распределение потоков воды и реакции, происходящие при их смешивании. Схема последовательного катионирования. Понятие коагуляции, коагулянты, флокулянты, электрокоагуляция. Подготовка к зачету /Ср/	3	44	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-32 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Зачет	ОПК-4-31;ПК-3-31;ОПК-4-32;ПК-3-32	<p>Вопросы к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Характеристика источников водоснабжения. 2. Состав примесей природных вод. 3. Требования к качеству природных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. 4. Классификация примесей воды по фазово-дисперсному состоянию, по химическому составу. 5. Классификация методов обработки воды. Критерий выбора методов очистки. 6. Классификация основных технологических схем водоподготовки. Пример технологической схемы подготовки воды (из поверхностного источника водоснабжения). 7. Составление высотной схемы водоочистой станции. Показать на примере. 8. Физико-химические основы процесса коагуляции. Схематическое изображение мицеллы золя гидроксида железа 3-х валентного с положительно заряженной частицей. 9. Коагулянты и флокулянты, применяемые в технологии очистки природных вод. Их свойства. 10. Регулирование оптимальных условий коагуляции. Факторы, влияющие на процесс коагуляции. 11. Методы интенсификации процесса коагуляции. 12. Электрохимическое коагулирование примесей воды (электрокоагуляция). 13. Разработка технологии приготовления и дозирования раствора коагулянта (мокрое и сухое хранение). Расчет дозы

		<p>коагулянта.</p> <p>14. Разработка технологии приготовления и дозирования раствора флокулянта. Расчет дозы флокулянта.</p> <p>15. Разработка технологии приготовления подщелачивающего реагента. Расчет дозы подщелачивающего реагента.</p> <p>16. Классификация смесительных устройств и область их применения. Смешение растворов реагентов в трубопроводе.</p> <p>17. Конструкция и проектирование шайбового смесителя, вертикального (вихревого) смесителя.</p> <p>18. Конструкция и проектирование дырчатого смесителя, перегородчатого смесителя.</p> <p>19. Конструкция и проектирование коридорного смесителя. Смешение растворов реагентов в трубопроводе.</p> <p>20. Предварительная обработка воды фильтрованием на микрофильтрах. Основы процесса.</p> <p>21. Предварительное фильтрование воды через сетки, ткани, пористые элементы. Основы процесса. Барабанные сетки.</p> <p>22. Осветление воды в поле центробежных сил. Гидроциклоны.</p> <p>23. Удаление примесей воды флотацией.</p> <p>24. Назначение камер хлопьеобразования, область их применения. Конструкция и проектирование вертикальной (вихревой) камеры хлопьеобразования.</p> <p>25. Конструкция и проектирование перегородчатых камер хлопьеобразования (с вертикальной и с горизонтальной циркуляцией воды).</p> <p>26. Конструкция и проектирование контактной камеры хлопьеобразования.</p> <p>27. Конструкция и проектирование водоворотной камеры хлопьеобразования, совмещенной с вертикальным отстойником.</p> <p>28. Конструкция и проектирование камеры хлопьеобразования зашламленного типа, совмещенной с горизонтальным отстойником.</p> <p>29. Теоретические основы процесса осаждения примесей воды в отстойнике.</p> <p>30. Технологическое моделирование процесса осаждения примесей воды в отстойнике.</p> <p>31. Методика построения кривых осаждаемости взвеси.</p> <p>32. Конструкция и проектирование горизонтальных отстойников.</p> <p>33. Конструкция и проектирование вертикальных отстойников.</p> <p>34. Конструкция и проектирование коридорного осветлителя со слоем взвешенного осадка.</p> <p>35. Теоретические основы процесса осветления воды в слое взвешенного осадка.</p> <p>36. Классификация фильтров по принципу действия; по виду фильтрующей среды. Классификация зернистых фильтров по скорости фильтрования; по давлению, под которым они работают; по направлению фильтрующего потока; по крупности фильтрующего материала; по количеству фильтрующих слоев.</p> <p>37. Конструкция и проектирование скорого безнапорного осветлительного фильтра с боковым сборным карманом (каналом).</p> <p>38. Конструкция и проектирование скорого безнапорного осветлительного фильтра с центральным сборным карманом (каналом).</p> <p>39. Теоретические основы фильтрования воды через зернистые материалы (теория фильтрования Д.М.Минца).</p> <p>40. Оптимизация режима фильтрования.</p> <p>41. Конструкция и проектирование скорого напорного фильтра с колпачковым дренажем.</p> <p>42. Конструкция и проектирование скорого напорного фильтра с трубчатым дренажем.</p> <p>43. Сущность теории промывки фильтров, разработанная Минцем и Шубертом.</p> <p>44. Крупнозернистые (грубозернистые) фильтры.</p> <p>45. Скорые двухпоточные фильтры АКХ (фильтры академии коммунального хозяйства).</p> <p>46. Конструкции двухслойных фильтров.</p> <p>47. Сверхскоростные фильтры.</p>
--	--	--

			<p>48. Ме дленные фильтры. 49. Намывные фильтры. 50. Теоретические основы контактной коагуляции. 51. Конструкция и проектирование контактного фильтра КФ-5 и контактного осветлителя КО-1 со сборным желобом. 52. Классификация контактных осветлителей. Конструкция и проектирование контактного осветлителя КО-3 с пескоулавливающим желобом. 53. Контроль за процессом обеззараживания воды. Классификация методов обеззараживания. 54. Характеристика хлорсодержащих реагентов, применяемых для обеззараживания хлорированием. 55. Химизм хлорирования воды газообразным хлором. Хлорпоглощаемость. 56. Установки, применяемые для хлорирования воды. 57. Обеззараживание воды озонированием. 58. Конструкции озонаторов 59. Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами. 60. Обеззараживание воды ультразвуковыми колебаниями. 61. Формы содержания железа в подземных и поверхностных источниках водоснабжения. 62. Обезжелезивание методом упрощенной аэрации с последующим фильтрованием через зернистую загрузку осветлительных фильтров. 63. Обезжелезивание методом глубокой аэрации (с применением градири) с последующим фильтрованием через зернистую загрузку осветлительных фильтров. 64. Безреагентные методы обезжелезивания: фильтрование на каркасных фильтрах; метод «сухой» фильтрации. 65. Обезжелезивание воды методом фильтрации в подземных условиях (в пласте) - метод Виредокс. 66. Реагентные методы обезжелезивания подземных вод (обработка окислителями, фильтрование воды через модифицированную загрузку). 67. Формы содержания марганца в воде. Методы удаления из воды марганца. 68. Общие сведения и методы дезодорации. Окислительные методы дезодорации. 69. Адсорбционные методы дезодорации. Адсорбционные фильтры. 70. Методы фторирования воды. Схема фтораторной установки сатураторного типа. 71. Методы обесфторивания воды. Схема установки для сорбционного обесфторивания воды. 72. Сооружения по очистке и повторному использованию промывных вод после промывки фильтров.</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	РГР	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В2;ПК-3-У2	<p>Темы контрольной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Строение и свойства 2. Гидролиз солей 3. Способы выражения концентрации растворов 4. Кинетика химических реакций. Равновесие в гомогенных системах 5. Химический состав природных и сточных вод 6. Классификация природных вод 7. Классификация сточных вод 8. Основы химического анализа: качественного и количественного 9. Органолептические определения качества воды 10. Определение карбонатной жесткости воды 11. Фазово-дисперсные характеристики воды 12. Определение окисляемости воды 13. Физико-химические основы процессов обработки природных и сточных вод 14. Методы очистки природных вод 22. Общие сведения о микроорганизмах 23. Вредная деятельность микроорганизмов 24. Процесс загрязнения и самоочищения водоемов 25. Определение оптимальной дозы коагулянта <p>Объем контрольной работы 17-20 стр. Основные структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, приложения (при необходимости).</p>
----	-----	---	--

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

Экзамен по дисциплине не предусмотрен.

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.

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	Кудинов А.А.	Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: учебное пособие		Москва: ИНФРА-М, 2013,

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Самусь О.Р.	Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики : учебное пособие		Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253622

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Чудновский, С.М.	Улучшение качества природных вод		Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466773
Л3.2	Околелова А.А.	Оценка качества питьевой воды: методические указания к лабораторной работе		Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), 2014, https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=238356

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	КиберЛеника	www.cyberleninka.ru
----	-------------	--

Э2	LMS MOODLE	http://moodle-nf.misis.ru/
Э3	Физико-химические основы водоподготовки	https://lms.misis.ru/
Э4	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level
П.2	SimInTech
П.3	Scilab

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	https://new.fips.ru/ - Федеральный институт промышленной собственности
И.2	http://window.edu.ru - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
224	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 12 мест для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для студентов, 1 стационарный компьютер для преподавателя (все с выходом в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
224	Учебная лаборатория (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 12 мест для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для студентов, 1 стационарный компьютер для преподавателя (все с выходом в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
212	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

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 обучающимся 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). Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.