

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

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Химия топлива

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 2
в том числе:		
аудиторные занятия	12	
самостоятельная работа	92	
часов на контроль	4	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	2		Итого	
	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	92	92	92	92
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

кни, доцент, Нефедова Е.В.

Рабочая программа

Химия топлива

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 математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения доцент, к.т.н. Гюнтер Д.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины: ознакомление обучающихся с химической природой, строением и свойствами углеводородов нефти и нефтепродуктов и возможностями их преобразования и использования.
1.2	Задачи:
1.3	– изучение методик проведения технического анализа;
1.4	– ознакомление с оборудованием для проведения некоторых видов технического анализа.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Персональная эффективность	
2.1.2	Физика	
2.1.3	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Источники и системы теплоснабжения	
2.2.2	Материаловедение и технология конструкционных материалов	
2.2.3	Метрология, сертификация и технические измерения	
2.2.4	Нагнетатели и тепловые двигатели	
2.2.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.6	Топливо и топливосжигающие устройства	
2.2.7	Физико-химические основы водоподготовки	
2.2.8	Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий	
2.2.9	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки	
2.2.10	Конструкции и тепловая работа промышленных печей	
2.2.11	Котельные установки и парогенераторы	
2.2.12	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.13	Тепломассообменное оборудование предприятий	
2.2.14	Технологические энергоносители предприятий	
2.2.15	Энергоаудит на промышленных предприятиях и в коммунальном хозяйстве	
2.2.16	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	
2.2.17	Безопасность жизнедеятельности	
2.2.18	Научно-исследовательская работа	
2.2.19	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.20	Преддипломная практика	
2.2.21	Тепловые электрические станции	
2.2.22	Теплоэнергетические системы промышленных предприятий	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

УК-4: исследования

Знать:

УК-4-31 параметры качества воды и их влияние на теплоэнергетическое оборудование, причины загрязнения воды в природе и в теплоэнергетических установках

ПК-3: производственно-технологическая (в области теплоэнергетики и теплотехники)

Знать:

ПК-3-31 физико-химические основы переработки природных энергоносителей; исследования и эксперименты в области химии и химической технологии топлива, новейшие достижения науки и современной вычислительной техники в области подготовки и переработки топлива

ОПК-4: практическая профессиональная подготовка (способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок)

Знать:

ОПК-4-31 свойства конструкционных материалов при проведении теплотехнических расчётов

УК-4: исследования
Уметь:
УК-4-У1 собирать и анализировать исходные данные для проектирования водоподготовительных установок
ПК-3: производственно-технологическая (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Уметь:
ПК-3-У1 применять методы исследования и применения топлива и методы анализа и выбора оптимальных условий переработки топлива
ОПК-4: практическая профессиональная подготовка (способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок)
Уметь:
ОПК-4-У1 применять методы расчёта теплотехнических свойств при использовании топлива
УК-4: исследования
Владеть:
УК-4-В1 терминологией в области химии топлива
ПК-3: производственно-технологическая (в области теплоэнергетики и теплотехники)
Владеть:
ПК-3-В1 опытом практических расчетов при исследовании реальных химических процессов переработки природных энергоресурсов, опытом работы на технологическом оборудовании, лабораторных установках и современных приборах и компьютерах
ОПК-4: практическая профессиональная подготовка (способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок)
Владеть:
ОПК-4-В1 опытом выбора необходимых свойств при использовании различных видов топлива

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. Топливное сырье. Классификация							
1.1	Общая характеристика органических соединений. Классификация и номенклатура. Ациклические углеводороды. /Лек/	2	2		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Карбоциклические углеводороды. Кислородсодержащие органические соединения. Органические соединения серы и азота. Топливное сырье. /Пр/	2	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.3	Изучение кинетических характеристик сорбции красителя /Лаб/	2	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			

1.4	Оформление отчета и подготовка к защите лабораторной работы. Материальный баланс процесса горения органического топлива. Важнейшие теплотехнические характеристики органического топлива. Состав топлива. Горючие и балластные составляющие топлива. Температурные характеристики золы. Теплота сгорания топлива. Материальный баланс процесса горения газообразного топлива. Материальные балансы процессов горения жидкого и твердого топлив. /Ср/	2	26		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
	Раздел 2. Свойства топлива							
2.1	Алканы и алкены (строение, номенклатура, свойства). Диены и алкины (строение, номенклатура, свойства). Нафтены и арены (строение, номенклатура, свойства). /Лек/	2	2		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Спирты, фенолы, карбоновые кислоты (строение, номенклатура, свойства). Соединения азота и серы. Компонентный состав нефти. Тепловые свойства топлив. /Пр/	2	2		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Влияние рН на сорбцию красителя /Лаб/	2	2		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			

2.4	Оформление отчета и подготовка к защите лабораторной работы. Продукты полного и неполного сгорания. Коэффициент расхода окислителя. Зависимость показателей горения от коэффициента расхода окислителя. Подсчет физического тепла продуктов сгорания и потерь тепла с уходящими газами. Основное уравнение горения и возможность его практического использования при оценке качества сгорания органического топлива. Подсчет потерь тепла вследствие химической неполноты горения. Выполнение контрольной (домашней) работы. Подготовка к зачету. /Ср/	2	66		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Проведение зачёта /Зачёт/	2	4		Э1 Э2 Э3 Э4			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

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

1. Роль отдельных источников энергии в топливно-энергетическом балансе.
2. Подготовка нефти, газа и газоконденсата к переработке.
3. Основы переработки природных газов и газоконденсатов.
4. Строение нефтяных эмульсий и способы их разрушения.
5. Классификация физических методов переработки нефти.
6. теоретические основы атмосферной и вакуумной перегонки нефти.
7. Азеотропная и экстрактивная перегонка.
8. Адсорбционные методы разделения и очистки сырья.
9. Деасфальтация нефтяных остатков.
10. Депарафинизация нефтяных фракций.
11. Классификация химических методов переработки нефти.
12. Теоретические основы термодеструктивных процессов переработки нефти.
13. Каталитический крекинг.
14. Каталитический риформинг.
15. Гидрокрекинг.
16. Гидроизомеризация нефтяных фракций.
17. Гидроочистка солярового дистиллята.
18. Процессы и технология алкилирования изобутана олефинами.
19. Трубчатые печи и испарители.
20. Ректификационные колонны.
21. Абсорберы и адсорберы.
22. Реакторы и регенераторы.
23. Технология переработки газов адсорбционными, абсорбционными и компрессорными способами.
24. Схемы обезвоживания и обессоливания нефтей.
25. Прямая перегонка нефти на атмосферных и атмосферно-вакуумных установках.
26. Вторичная перегонка бензина.
27. Экстрактивная и азеотропная перегонка.
28. Принципиальные схемы термодеструктивных процессов.
29. Типовые схемы гидроочистки.
30. Классификация товарных нефтепродуктов.
31. Состав и свойства твердых горючих ископаемых (ТГИ).
32. Процессы, протекающие при коксовании спекающихся углей.
33. Спекание и превращение полукокса в кокс.
34. Выделение газообразных продуктов.
35. Технология производства кокса.
36. Деструктивная гидрогенизация ТГИ.
37. Жидкофазная и парофазная гидрогенизация.
38. Схема синтеза водорода и оксида углерода.
39. Основы газификации и конверсии углеводородных газов.
40. Углеродные сорбенты и их свойства.
41. Физико-химические основы получения углеродных сорбитов.
42. Электроды для выплавки чугуна и стали.
43. Углеродные конструкционные и углеродные композиционные материалы.
44. Особо чистые графиты для синтеза алмазов.
45. Рекристаллизованные графиты и стеклоуглерод.

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

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

1. Классификация и состав газообразных топлив
2. Сырьевые источники природного газообразного топлива
3. Подготовка газов к переработке
4. Очистка природных газов от сероводорода и двуокиси углерода. Производство серы
5. Отбензинивание попутных газов
6. Стабилизация газового бензина
7. Извлечение гелия
8. Хранение и транспортировка сжиженных газов
9. Классификация нефтей
10. Характеристика товарных нефтепродуктов
11. Основные направления переработки нефти
12. Подготовка нефти к переработке. Обезвоживание и обессоление нефтей
13. Методы предотвращения потерь легких фракций
14. Стабилизация и сортировка нефтей
15. Методы переработки нефти
16. Перегонка нефти с однократным, многократным и постепенным испарением
17. Перегонка нефти в присутствии испаряющего агента и в вакууме
18. Азеотропная экстрактивная перегонка
19. Общие свойства твердых горючих ископаемых (ТГИ)
20. Методы переработки ТГИ в различные продукты
21. Полукоксование углей
22. Технология коксования углей
23. Способы разделения продуктов коксования каменных углей
24. Гидрогенизация угля
25. Газификация угля
26. Получение водорода конверсией оксида углерода

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 зачет 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. Топливо - это
 - однородное природное твёрдое тело, находящееся или бывшее в кристаллическом со-стоянии;
 - горючие вещества, используемые для получения тепла;
 - вещество, находящееся в жидком агрегатном состоянии, занимающем промежуточное положение между твёрдым и газообразным состояниями.
2. Естественные виды топлива
 - древесина, уголь, торф;
 - древесный уголь, мазут;
 - керосин, бензин, генераторный газ;
 - брикеты для печей и котлов, растительные масла, спирты, эмульсии.
3. Выберите виды топлива
 - твердое;
 - газообразное;
 - нефть;
 - природный газ;
 - жидкое;
 - уголь.
4. Жидкие топлива подразделяются на:
 - карбюраторные, топлива для дизелей, реактивные, котельные;
 - генератор, водяной, светильный;
 - брикетированные, пылевидные.
5. Жидкое топливо-это
 - продукт разложения, термической обработки растительности, скелетов животных, спрессованных за тысячелетия;
 - нефть и продукты ее переработки, масла;
 - твердое горючее полезное ископаемое растительного происхождения.
6. Природный газ-это
 - побочный продукт доменных печей, восстановленный на выходе из печи;
 - газ, производимый путем карбонизации или полной газификации нефтяных продуктов с обогащением или без обогащения;
 - это смесь углеводородных соединений и небольших количеств неуглеводородов, существующих в газообразной форме или в растворе с нефтью в природных подземных пластах.

7. Газовое топливо-это
- многокомпонентная смесь горючих и негорючих газов природного или искусственного происхождения;
 - твердое горючее полезное ископаемое растительного происхождения;
 - смесь различных углеводородов, которые, как известно, состоят из атомов углерода и водорода.
8. Твердые топлива-это
- многокомпонентная смесь горючих и негорючих газов природного или искусственного происхождения;
 - горючие вещества, основной составной частью которых является углерод;
 - продукт разложения, термической обработки растительности, скелетов животных, спрессованных за тысячелетия.
9. Коксовый газ-это
- это горючий газ, образующийся в процессе коксования каменного угля, то есть при нагревании его без доступа воздуха до 900-1100 °С;
 - это смесь углеводородных соединений и небольших количеств неуглеводородов, существующих в газообразной форме или в растворе с нефтью в природных подземных пластах;
 - это газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы.
10. По происхождению виды топлива бывают:
- естественные и искусственные;
 - жидкое, газообразное, твердое;
 - котельные, карбюраторные, реактивные.
11. Сырая нефть является ископаемым топливом. Что из перечисленного не является ископаемым топливом?
- уголь;
 - урановая руда;
 - натуральный газ.
12. Какой из следующих терминов нельзя использовать для описания ископаемого топлива?
- невозобновляемое;
 - углеводороды;
 - возобновляемое.
13. Какие продукты образуются при сжигании углеводорода в большом количестве кислорода?
- угарный газ и вода;
 - диоксид серы и вода;
 - углекислый газ и вода.
14. Что из перечисленного является тестом на углекислый газ?
- гаснущая тлеющая лучина;
 - помутнение известковой воды;
 - горение с хлопками.
15. Что из следующего является примером возобновляемого топлива?
- биоэтанол;
 - нефть;
 - торф.
16. Как давно образовалось ископаемое топливо?
- они образуются заново каждый месяц;
 - в конце 1960-х годов;
 - миллионы лет назад.
17. Какой из следующих загрязняющих газов может выделяться при сжигании ископаемого топлива?
- диоксид серы (SO₂);
 - диоксид азота (NO₂);
 - цианистый водород (HCN).
18. Что из перечисленного не является одной из сторон "пожарного треугольника огня", описывающего механизм горения?
- топливо;
 - энергия;
 - высокая температура.
19. Какие из этих пар могут быть получены при неполном сгорании бензина?
- углекислый газ и вода;
 - угарный газ и сажа;
 - диоксид азота и диоксид серы.
20. Какой самый безопасный способ потушить горящую сковороду?
- вылить воду на очаг пожара;
 - распылить порошковый огнетушитель;
 - накрыть влажной тряпкой.
21. Назовите основное сырье для изготовления ТСМ
- химическое сырье;
 - газ;
 - бензин;
 - нефть.
22. Наличие каких химических соединений в топливе чаще всего вызывает коррозию двигателя
- сернистых;
 - механических;
 - смолистых;
 - моющих.

23. Укажите элементный состав нефти

- С, Н, О, S, N;
- С, Н, Р, О;
- С, Н, Na, О;
- С, Р, Н, С, I.

24. Промежуточный продукт прямой перегонки нефти между керосином и смазочными маслами:

- бензин;
- гудрон;
- дизельное топливо;
- газ.

25. Укажите основной способ переработки нефти:

- прямая перегонка;
- крекинг;
- риформинг;
- вакуумная перегонка.

26. Топливом для карбюраторных двигателей является

- дизельное топливо;
- солидол;
- бензин;
- газойль.

27. Укажите причину по которой невозможно из мазута получить бензин используя прямую перегонку

- нецелесообразно;
- не содержит необходимые углеводороды в составе;
- мазут разлагается при 350 градусах;
- имеет короткую цепочку углеводородов.

28. Какими веществами представлены кислородные соединения в топливе?

- органические кислоты;
- сероводород;
- серная кислота;
- кислород воздуха.

29. Количество органических кислот в топливе (и в частности бензине) оценивается

- «кислотностью топлива»;
- титруемостью топлива;
- щелочным показателем.

30. Укажите причину нежелательного присутствия в топливах непредельных углеводородов:

- осмоляются при хранении;
- высокая детонационная стойкость;
- высокая химическая стабильность;
- быстро испаряются при хранении.

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,

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.2	С.Н. Колокольцев	Природные энергоносители и углеродные атериалы. Состав и строение. Современная классификация. Технология производства и добычи.		М., КД "ЛИБРОКОМ", 2013,

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	А.В. Кравцов, М.А. Самборская, А.В. Вольф, О.Е. Митянина	Основы проектирования процессов переработки природных энергоносителей : учебное пособие		Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442115
Л2.2	Солодова Н.Л.	Алкилирование изопарафинов олефинами : учебное пособие		Казань : Издательство КНИТУ, 2014, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428146

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Косточко А. В. , Валишина З. Т. , Шипина О. Т.	Прогнозирование совместимости в системе полимер–растворитель		Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014, https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428031
Л3.2	Кочеткова М.А.	Определение состава продуктов сгорания: методические указания		Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2012, https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427483

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	КиберЛеника	www.cyberleninka.ru
Э2	НФ НИТУ МИСиС	www.nf.misis.ru
Э3	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru
Э4	Химия топлива	https://lms.misis.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

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»
И.3	https://minenergo.gov.ru/ - Официальный сайт Министерства Энергетики Российской Федерации
И.4	Лисиенко В.Г. Хрестоматия энергосбережения: справочник в 2-х т. Т.1 / В.Г.Лисиенко, Я.М.Щелоков, М.Г.Ладыгичев.-М.: Теплотехник, 2005.

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), частью которой непосредственно предназначенной 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.