

Рабочая программа утверждена

решением Учёного совета
ВФ НИТУ МИСиС
от «26» мая 2022г.
протокол № 7-22

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Проектирование современных металлургических производств**

Закреплена за кафедрой
Направление подготовки
Профиль

Технологии и оборудования обработки металлов давлением
15.03.02 Технологические машины и оборудование
Инжиниринг технологического оборудования

Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **заочная**
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108 Формы контроля в семестрах:
в том числе: зачет с оценкой 7
аудиторные занятия 10
самостоятельная работа 94

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	19			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	4	4	4	4
Практические	6	6	6	6
Контроль самостоятельной работы	4	4	4	4
Итого ауд.	10	10	10	10
Контактная работа	14	14	14	14
Сам. работа	94	94	94	94
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

дтн, Проф., Вавилкин Н.М.

Рабочая программа

Проектирование современных металлургических производств

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ от 25.11.2021 г. № 465 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, МО-22 ЗО.plx Инжиниринг технологического оборудования, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Протокол от 20.05.2022 г., №9

Зав. кафедрой Горбатюк С.М.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

- | | |
|-----|---|
| 1.1 | Цель и задачи дисциплины: сформировать у студентов навыки выбора и обоснования планировочных решений сталеплавильных цехов. Ознакомить с основными задачами и методами их решения при выборе основных технологических агрегатов в процессе проектирования металлургического производства. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
-------------------	------------

- | | |
|------------|---|
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Детали машин |
| 2.1.2 | Научно-исследовательская работа |
| 2.1.3 | Технологии конструкционных материалов |
| 2.1.4 | Безопасность жизнедеятельности |
| 2.1.5 | Физика |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР |
| 2.2.2 | Преддипломная практика |
| 2.2.3 | Эксплуатация и ремонт машин и агрегатов |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение ремонтов металлургического оборудования

ПК-3.1: Разрабатывает технологию восстановления изношенного оборудования

Знать:

ПК-3.1-31 технологии восстановления изношенного оборудования металлургических цехов

ПК-2: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение работ по техническому обслуживанию металлургического оборудования

ПК-2.1: Владеет знаниями о конструкции и принципе работы оборудования металлургического производства

Знать:

ПК-2.1-31 конструкции и принципы работы оборудования металлургического производства

ПК-2.3: Составляет графики осмотров металлургического оборудования, подъёмных механизмов, разрабатывает инструкции по технической эксплуатации оборудования, смазке и уходу за ним

Знать:

ПК-2.3-31 принципы построения графиков осмотров металлургического оборудования, подъёмных механизмов, разработки инструкции по технической эксплуатации оборудования, смазке и уходу за ним

ПК-2.2: Анализирует состояние основного и вспомогательного металлургического оборудования

Знать:

ПК-2.2-31 методы анализа состояния основного и вспомогательного металлургического оборудования

ПК-1: Способен осуществлять обработку научно-технической информации и результатов исследований

ПК-1.2: Применяет методы исследования с дальнейшей обработкой полученной информации, интерпретирует результаты и делать выводы

Знать:

ПК-1.2-31 основные понятия по проектированию цехов

ПК-1.1: Осуществляет анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей научной области исследований

Знать:

ПК-1.1-31 передовой отечественный и международный опыт в области проектирования металлургических цехов

Уметь:

ПК-1.1-У1 Осуществляет анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в области проектирования металлургических цехов

ПК-2: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение работ по техническому обслуживанию металлургического оборудования
ПК-2.2: Анализирует состояние основного и вспомогательного металлургического оборудования
Уметь:
ПК-2.2-У1 анализировать состояние основного и вспомогательного металлургического оборудования
ПК-2.3: Составляет графики осмотров металлургического оборудования, подъёмных механизмов, разрабатывает инструкции по технической эксплуатации оборудования, смазке и уходу за ним
Уметь:
ПК-2.3-У1 составлять графики осмотров металлургического оборудования, подъёмных механизмов, разрабатывать инструкции по технической эксплуатации оборудования, смазке и уходу за ним
ПК-1: Способен осуществлять обработку научно-технической информации и результатов исследований
ПК-1.2: Применяет методы исследования с дальнейшей обработкой полученной информации, интерпретирует результаты и делает выводы
Уметь:
ПК-1.2-У1 использовать полученные знания для прогнозирования и анализа технологических показателей производства;
ПК-3: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение ремонтов металлургического оборудования
ПК-3.1: Разрабатывает технологию восстановления изношенного оборудования
Уметь:
ПК-3.1-У1 разрабатывать технологии восстановления изношенного оборудования металлургических цехов
ПК-2: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение работ по техническому обслуживанию металлургического оборудования
ПК-2.1: Владеет знаниями о конструкции и принципе работы оборудования металлургического производства
Уметь:
ПК-2.1-У1 применять знания о конструкциях и принципах работы оборудования металлургического производства
ПК-3: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение ремонтов металлургического оборудования
ПК-3.1: Разрабатывает технологию восстановления изношенного оборудования
Владеть:
ПК-3.1-В1 методами технологий восстановления изношенного оборудования производства металлургических цехов
ПК-2: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение работ по техническому обслуживанию металлургического оборудования
ПК-2.3: Составляет графики осмотров металлургического оборудования, подъёмных механизмов, разрабатывает инструкции по технической эксплуатации оборудования, смазке и уходу за ним
Владеть:
ПК-2.3-В1 принципами построения графиков осмотров металлургического оборудования, подъёмных механизмов, разработки инструкции по технической эксплуатации оборудования, смазке и уходу за ним
ПК-1: Способен осуществлять обработку научно-технической информации и результатов исследований
ПК-1.2: Применяет методы исследования с дальнейшей обработкой полученной информации, интерпретирует результаты и делает выводы
Владеть:
ПК-1.2-В1 методами экономически обоснованных решений при выборе оптимальных вариантов в альтернативных ситуациях
ПК-1.1: Осуществляет анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей научной области исследований
Владеть:
ПК-1.1-В1 способами анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в области проектирования металлургических цехов
ПК-2: Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение работ по техническому обслуживанию металлургического оборудования
ПК-2.2: Анализирует состояние основного и вспомогательного металлургического оборудования
Владеть:
ПК-2.2-В1 методами анализа состояния основного и вспомогательного металлургического оборудования

ПК-2.1: Владеет знаниями о конструкции и принципе работы оборудования металлургического производства						
Владеть:						
ПК-2.1-В1 конструкции и принципы работы оборудования металлургического производства						
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Общие вопросы организации проектирования. Основы технологического проектирования					
1.1	Определение проектирования. Проектирование как стадия обеспечения качества продукции. Этапы проектирования при строительстве нового и реконструкции действующего цеха. Технологическое назначение и классификация цехов. Объемно-планировочные решения цехов. Грузопотоки. /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	
1.2	Анализ и оценка объемно-планировочных решений электросталеплавильных цехов. Классификация современных планировочных и агрегатных решений, предназначенных для реализации различных стратегий развития, в сталеплавильном цехе. Демонстрация и анализ результатов компьютерного моделирования работы ЭСПЦ /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1	Л1.1Л2.1 Э1	
1.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников /Ср/	7	20	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	
	Раздел 2. Общие вопросы составления технологического задания на проектирование					
2.1	Анализ необходимых качественных показателей продукции, предполагаемой для производства. Определение объема производства. Баланс металла по заводу. Технологическая схема производства. Расход и требования к шихтовым материалам, ферросплавам и пр. Определение источников и вида шихтовых материалов. Выбор плавильного агрегата и требования к нему экономические, энергетические, экологические. Виды ковшовой обработки по группам марок стали. Параметры и требования к непрерывнолитой заготовке. Рекомендуемый тип МНРС и режим работы. Особые требования к агрегатам. /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1	Л1.1Л2.1 Э1	
2.2	Анализ технологических заданий на проектирование и реконструкцию сталеплавильных цехов электросталеплавильных цехов. Вариант реконструкции мартеновского цеха на примере ОАО «Выксунский металлургический завод» и металлургический завод «Камасталь». Вариант замены мартеновского производства на примере ОАО «Алчевский металлургический комбинат». Опыт строительства инновационного литейно-прокатного комплекса ОАО «ОМК-Сталь». Демонстрация фильмов о современных технических решениях в ЭСПЦ /Пр/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1	Л1.1Л2.1 Э1	

2.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников Выполнение домашнего задания 1 /Ср/	7	24	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1Л2.1 Э1	
Раздел 3. Выбор типа и оценка основных технических и технологических параметров агрегатов						
3.1	Электроплавильная печь как электротехнический, теплотехнический и металлургический агрегат. Типы, технологические, конструктивные, теплотехнические и электротехнические особенности современных ДСП. Основные зависимости между параметрами АКП и технико-экономическими показателями технологической цепочки. Выбор типа вакууматора. Оценка основных технических и технологических параметров вакууматора. Задачи по определению оптимальных параметров АКП и вакууматора в технологической цепи цеха. Основные зависимости между параметрами МНРС и технико-экономическими показателями работы технологической цепочки. Выбор типа оборудования МНРС. Задачи определения оптимальных параметров МНРС для гармонизации технологической цепи цеха. Выбор объемно-планировочного решения. /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	
3.2	Разработка варианта строительства сталелитейного комплекса в условиях ОАО «Выксунский металлургический завод». Расчет основных параметров производства. /Пр/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1	
3.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников Выполнение домашнего задания 2. /Ср/	7	24	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1	
Раздел 4. Технико-экономическая оценка проектных решений						
4.1	Принципы технико-экономической оценки проектных решений. Задачи оценки. Основные группы критериев оценки. Значение экономических критериев оценки. Принципиальный характер зависимости между техническими и экономическими критериями оценки. Оптимизация проектных решений на основе экономико-математических моделей. /Лек/	7	1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1	Л1.1Л2.1 Э1	
4.2	Оценка экономических показателей предприятия после реконструкции /Пр/	7	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Э1	
4.3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников Выполнение домашнего задания 2 /Ср/	7	26	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1Л2.1 Э1	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы к экзамену ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2

1. Дайте определение проектирования.
2. Каким образом на стадии проектирования решается задача обеспечения качества продукции?

3. Назовите этапы проектирования при строительстве нового цеха.
4. Назовите этапы проектирования при реконструкции действующего цеха.
5. Какие типы объемно-планировочных решений цехов Вы знаете?
6. Преимущества и недостатки блочного расположения технологического оборудования.
7. Содержание технологического задания на проектирование ЭСПЦ и требования к нему.
8. Каковы требования к химическому составу стали для производства нефтегазовых труб?
9. Каковы требования к химическому составу стали для производства железнодорожных колес?
10. Обоснуйте состав основного технологического оборудования сталелитейного комплекса для производства стали типа IF.
11. Обоснуйте состав основного технологического оборудования сталелитейного комплекса для производства стали для производства железнодорожных колес.
12. Обоснуйте состав основного технологического оборудования сталелитейного комплекса для производства стали для производства толстолистового проката.
13. Каковы требования к шихтовым материалам при производстве в ДСП стали для горячей прокатки трубной стали?
14. За счет чего достигают технический эффект совмещения непрерывной разливки с прокаткой?
15. Дайте характеристику схемам совмещения непрерывной разливки с прокаткой?
16. Какие мероприятия позволяют обеспечить высокую производительность работы литейно-прокатного модуля при достаточно высоком качестве металлопродукции.
17. Какие мероприятия позволяют обеспечить высокую производительность работы современного ЭСПЦ?
18. Какие основные зависимости между параметрами и технико-экономическими показателями ДСП следует учитывать при организации технологической цепочки цеха?
19. Опишите цикл работы загрузочной бадьи.
20. Опишите цикл работы дуговой сталеплавильной печи.
21. Назовите преимущества и недостатки ДППТ.
22. Назовите преимущества и недостатки ДСП шахтного типа.
23. Назовите преимущества и недостатки ДСП типа CONSTEEL.
24. Назовите преимущества и недостатки ДСП с увеличенной высотой стен.
25. Назовите преимущества и недостатки систем подогрева стального лома в бадьях.
26. Как решают задачу по определению оптимальных вместимости и мощности ДСП при работе ее в цехе машиностроительного завода?
27. Какие электротехнические, теплотехнические и металлургические особенности агрегата ковш-печь при работе в технологической цепочке цеха со стратегией минимизации издержек.
28. Проведите сравнение и выдайте рекомендации по применению двухпозиционного АКП.
29. Проведите сравнение и выдайте рекомендации по применению АКП с двумя сталеvozами на одной линии.
30. Опишите цикл работы двухпозиционного агрегата ковш-печь.
31. Опишите работу сталеразливочного ковша от ремонта до ремонта футеровки.
32. Виды футеровки сталеразливочного ковша.
33. Выдайте рекомендации по конструкции огнеупорной футеровки сталеразливочного ковша для цеха, производящего сталь для нефтегазовых труб.
34. Назовите основные зависимости между параметрами АКП и технико-экономическими показателями технологической цепочки.
35. Каковы задачи по определению оптимальных параметров АКП и вакууматора в технологической цепи цеха?
36. Преимущества и недостатки различных видов вакууматоров.
37. Опишите цикл работы камерного и циркуляционного вакууматора. Выдайте рекомендации.
38. Как зависит производительность сталелитейного модуля от длительности перемещения сталеразливочного ковша от агрегата к агрегату?
39. Как зависит производительность сталелитейного модуля от длительности цикла обработки на каждом из агрегатов?
40. Как зависит производительность сталелитейного модуля от количества плавов, разливаемых в серию?
41. Как зависит масса плавки от параметров МНРС?
42. К чему приводит низкая производительность ДСП при работе в технологической цепочке? Варианты решения проблемы.
43. К чему приводит низкая производительность АКП при работе в технологической цепочке? Варианты решения проблемы.
44. К чему приводит низкая производительность вакууматора при работе в технологической цепочке? Варианты решения проблемы.
45. К чему приводит низкая производительность МНРС при работе в технологической цепочке? Варианты решения проблемы.
46. МНРС как теплотехнический и металлургический объект проектирования.
47. Основные зависимости между параметрами МНРС и технико-экономическими показателями работы технологической цепочки.
48. Задачи определения оптимальных параметров МНРС для гармонизации технологической цепи цеха.
49. Перечислите основные принципы технико-экономической оценки проектных решений.
50. Назовите основные способы оптимизации проектных решений.

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

ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2

Домашнее задание 1. Исходными данными является план цеха. Составить и описать технологическую цепочку. Оценить

вместимость агрегатов, продолжительность технологического цикла и производительность производственной линии. При оценке продолжительности цикла учесть оценить и учесть время перемещения бадей и сталеразливочных ковшей.
Домашнее задание 2. На основании исходных данных и результатов выполнения ДЗ 1 составить технологическое задание по реконструкции цеха.

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

По курсу предусмотрен экзамен.
Экзаменационный билет составлен в виде теста.
Билеты для экзамена хранятся на кафедре

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

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо выполнение следующих условий:

1. Регулярное посещение лекционных и практических занятий
2. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине контрольных мероприятий

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Возможно проставление оценки за экзамен на основе оценок контрольных мероприятий семестра

Результат освоения компетенций (частей компетенций) устанавливается следующим образом:

Оценка «Отлично» - Компетенция сформирована.

Оценка «Хорошо» - Компетенция сформирована.

Оценка «Удовлетворительно» - Компетенция сформирована.

Оценка «Неудовлетворительно» - Компетенция не сформирована.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Авдеев В.А. Авдеев В.А., Друян В.М., Кудрин Б.И.	Основы проектирования металлургических заводов: справочное издание	Электронный каталог	Москва Интермет Инжиниринг, 2002

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Якушев А.М. Якушев А.М.	Основы проектирования и оборудования сталеплавильных и доменных цехов: -	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1992
Л2.2	Кудрин В.А., Шишимиров В.А. Кудрин В.А., Шишимиров В.А.	Технология производства стали: учебное пособие	Электронный каталог	Москва Изд. Альянс, 2017

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Братковский Е.В. Проектирование сталеплавильных и доменных цехов, учебное пособие, Новотроицк, 2013	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlus.actions.document&fDocumentId=10563
----	---	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Office
П.2	LMS Canvas

П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft Word
П.6	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Проектирование металлургических цехов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Проектирование металлургических цехов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Проектирование металлургических цехов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Проектирование металлургических цехов	Компьютеры, доступ к интернету

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий, тестов, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, и др.). В конце каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный тестовый контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.