

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А. А. Каракозов

03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.03.01 Физическое моделирование технических систем

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Инжиниринг и технический менеджмент
металлургического оборудования
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

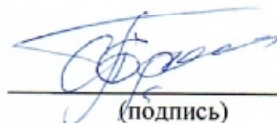
| Форма обучения: | Очная | Заочная |
|---------------------------------------------|-------------|-------------|
| Семестр(ы) | 2 | 2 |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах | 4 / 144 | 4 / 144 |
| Контактная работа (час.), в том числе: | 72 | 14 |
| лекции (час.) | 34 | 4 |
| лабораторные работы (час.) | 34 | 4 |
| практические (семинарские) занятия (час.) | 0 | 0 |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 36 | 94 |
| курсовой проект (работа) (семестр/час.) | — | — |
| Контроль (экзамен, час./зачёт) | экзамен, 36 | экзамен, 36 |

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Физическое моделирование технических систем» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (Направленность (профиль) – Инжиниринг и технический менеджмент металлургического оборудования) для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

зав. кафедрой «Механическое
оборудование заводов черной
металлургии им. В.Я. Седуша»,
д.т.н., профессор



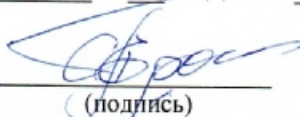
Еронько С. П.

(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В.Я. Седуша».

Протокол от «16» 03 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой



Еронько С. П.

(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВ-ПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Протокол от «23» 03 2023 года № 4

Председатель



Кононенко А. П.

(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В. Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В. Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В. Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В. Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии им. В. Я. Седуша».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы методики физического моделирования, принципа действия контрольно-измерительных средств, предназначенных для практического применения при проведении исследования работы металлургических машин и агрегатов на их действующих моделях.

Целью дисциплины является: формирование у студентов системы теоретических знаний относительно роли физического моделирования как одного из методов научных исследований, назначения, конструкции, принципа действия, контрольно-измерительной аппаратуры, применяемой при выполнении физического моделирования технических систем, и практические особенности его реализации, а также подготовка будущего магистра к практической деятельности в области исследования и разработки эффективного металлургического оборудования.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- 1) основные положения теории подобия;
- 2) устройство и принцип действия контрольно-измерительной аппаратуры, применяемой для фиксации параметров функционирования физических моделей технических систем;
- 3) правила назначения масштаба, материала физической модели изучаемой технической системы, подбора моделирующих сред;
- 4) порядок планирования и проведения модельного эксперимента, выполнения обработки полученных результатов и выдачи рекомендаций по их практическому применению;

уметь:

- 1) осуществлять выбор критериев подобия при планировании модельного эксперимента;
- 2) настраивать и готовить к работе контрольно измерительную аппаратуру, необходимую для проведения исследований на физических моделях технических систем;
- 3) вести обработку информации, полученной в ходе физического моделирования, оценивать точность экспериментальных данных и квалифицированно выдавать рекомендации относительно их практического применения;

владеть:

- 1) навыками преобразования критериев подобия;
- 2) навыками оценки точности тарированных преобразователей и поверки измерительных приборов;
- 3) способностью находить главные факторы, в наибольшей мере влияющие на эффективность практического использования результатов модельных исследований.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен осуществлять научное руководство, организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность, выполнять на-

учно-исследовательские и опытно-конструкторские работы с помощью современных методик физического и математического моделирования и контрольно-измерительных средств, подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований (ПК-6);

- способен осуществлять инжиниринговую деятельность в области металлургического машиностроения с использованием систем автоматизированного проектирования и передового опыта разработки инновационного оборудования (ПК-8).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин бакалавриата: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Теория машин и механизмов», «Детали машин», «Основы научных исследований», а также «Методология и методы научных исследований».

Знания и умения, приобретенные при освоении дисциплины «Физическое моделирование технических систем», реализуются студентом при прохождении производственной практики и государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

| Наименование тем (содержательных модулей) | Количество часов (очная/заочная форма) | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|--------|---------------------|---------|
| | Всего | В том числе | | | |
| | | Лекции | Лабор. | Практ. (Семина.) | СР |
| Тема 1. Физическое моделирование как метод исследования и особенности его использования | 22 / 30 | 6 / 0 | 6 / 0 | 0 / 0 | 12 / 31 |
| Тема 2. Контрольно-измерительная аппаратура, используемая при физическом моделировании технических систем | 43 / 34 | 14 / 2 | 14 / 2 | 0 / 0 | 12 / 31 |
| Тема 3. Примеры конкретного применения физических моделей при разработке и исследовании металлургического оборудования | 43 / 35 | 14 / 2 | 14 / 2 | 0 / 0 | 12 / 32 |
| Контактная работа (дополнительная) | 4 / 6 | | | | |
| Курсовая работа (проект) | - | | | | - |
| Итого по видам занятий | 108/108 | 34 / 4 | 34 / 4 | 0 / 0 | 36 / 94 |
| Контроль | 36 / 36 | | | | |
| ИТОГО: | 144 | | | | |

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции |
|-------------|------------------------------------------------------|
| ПК-6 | Темы 1, 2, 3. |
| ПК-8 | Темы 1, 2, 3. |

3.2 Лекции

Тема 1. Физическое моделирование как метод исследования и особенности его использования.

Содержание темы 1:

Современное состояние и перспективы развития металлургического производства. Условия эксплуатации и требования к механическому оборудованию металлургических цехов. Использование математического и физического моделирования при исследовании технических систем. Цель и задачи курса.

Краткие сведения из теории подобия. Виды подобия. Критерии подобия. Основные этапы физического моделирования.

Выбор масштаба, конструкции и материала модели. Моделирующие среды. Визуализация жидкостных и газовых потоков. Видео- и фотосъемка при проведении экспериментов на физических моделях.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4].

Тема 2. Контрольно-измерительная аппаратура, используемая при физическом моделировании технических систем.

Содержание темы 2:

Сущность процесса измерения, термины и определения. Виды измерений. Оценка погрешности измерений.

Емкостные, индуктивные, пьезоэлектрические, резистивные, ионизационные преобразователи. Термисторы и термоэлектрические преобразователи. Примеры использования измерительных преобразователей.

Медленно и быстродействующие приборы с непрерывной записью сигнала. Типы осциллографов для записи сигналов. Использование аналого-цифровых преобразователей для контроля параметров процессов и машин.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4].

Тема 3. Методы физического моделирования при разработке и исследовании металлургических процессов и оборудования.

Содержание темы 3:

Поляризационно-оптический метод и примеры его применения. Тензометрический метод и особенности его использования при контроле деформаций растяжения-сжатия, изгиба и кручения.

Методы определения времени гомогенизации модельных жидкостей. Методы контроля скоростей газовых и жидкостных потоков при физическом моделировании. Методы определения коэффициента рециркуляции.

Литература к теме 3: [1, 2, 3, 4].

3.3 Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

3.4 Лабораторные работы

| № п/п | Тема работы | Объем, час. очн./заочн. | Литера- тура |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 1 | Организация лабораторных работ и техника безопасности при их проведении | 2 / 0 | [6] |
| 2 | Физическое моделирование работы одновалковой зубчатой дробилки для двухстадийного измельчения агломерата | 4 / 2 | [1, 6] |
| 3 | Исследование на физической модели работы двухвалкового пресса для брикетирования угольной пыли | 4 / 0 | [1, 6] |
| 4 | Сопоставительная оценка на физических моделях эффективности применения известных способов отсечки шлака во время выпуска стали из конвертера | 4 / 0 | [1, 6] |
| 5 | Исследование на физических моделях эффективности функционирования комплекса машин, обеспечивающих выпуск стали из кислородного конвертера | 4 / 0 | [1, 6] |
| 6 | Исследование на физической модели силовых параметров механизма поворота шлаковой чаши | 4 / 0 | [1, 6] |
| 7 | Физическое моделирование функционирования системы быстрой смены погружных стаканов промежуточного ковша слябовой МНЛЗ | 4 / 0 | [1, 6] |
| 8 | Исследование на физических моделях процесса дозированной подачи шлакообразующих смесей с использованием систем с жесткими шнеками. | 4 / 2 | [1, 6] |
| 9 | Исследование на физических моделях процесса дозированной подачи шлакообразующих смесей с использованием систем с гибкими спиральными шнеками | 4 / 0 | [1, 6] |
| ИТОГО: | | 34 / 4 | |

3.5 Самостоятельная работа студента

| № п/п | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час. очн./заочн. |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Изучение лекционного материала | 20 / 80 |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям | – |
| 3 | Подготовка к лабораторным работам | 16 / 5 |
| 4 | Выполнение курсового проекта | – |
| 5 | Выполнение курсовой работы | – |
| 6 | Выполнение индивидуального задания | – / 9 |
| ИТОГО: | | 36 / 94 |

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Индивидуальное задание для студентов заочной формы обучения представляет собой контрольную работу, тематика которой связана с самостоятельным выполнением тарировки преобразователя и оценки погрешности измерения с его использованием в соответствии с [7].

Объем учебной нагрузки при выполнении контрольной работы – не менее 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по контрольной работе – не более 12 страниц формата А4 (210´ 297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2. Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Использование математического и физического моделирования при исследованиях технических систем.
2. Физическое моделирование как метод исследования металлургических процессов и оборудования.
3. Краткие сведения из теории подобия. Виды подобия.
4. Критерии подобия и правила их использования.
5. Основные этапы физического моделирования.
6. Выбор масштаба, конструкции и материала модели.
7. Моделирующие среды.
8. Визуализация жидкостных и газовых потоков при физическом моделировании.
9. Видео- и фотосъемка при проведении экспериментов на физических моделях.
10. Измерения при физическом моделировании и оценка их погрешности.
11. Типы преобразователей, используемых при контроле физических величин во время проведения моделирования технических систем.
12. Поляризационно-оптический метод для исследования напряженно-деформированного состояния на моделях систем.
13. Тензометрический метод и особенности его использования при физическом моделировании технических систем.
14. Методы определения времени гомогенизации модельных жидкостей.
15. Методы контроля скоростей газовых и жидкостных потоков при физическом моделировании металлургических процессов и оборудования.
16. Особенности физического моделирования работы дробильных систем.
17. Особенности моделирования процесса брикетирования на валковом прессе.
18. Моделирование различных видов нагрузок и способы их контроля при моделировании технических систем.
19. Моделирование работы систем дозированной подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы машин непрерывного литья заготовок.
20. Моделирование работы манипуляционной системы для замены огнеупорных защитных труб на участке разливочный ковш – промежуточный ковш МНЛЗ.
21. Моделирование функционирования манипуляционной системы для механизированной замены погружных стаканов промежуточного ковша слабовой МНЛЗ.
22. Моделирование работы стопорных систем для дозированного перелива стали из промежуточных ковшей в кристаллизаторы МНЛЗ.
23. Изучение на физической модели конструктивных особенностей и принципа действия манипуляционной системы для обслуживания кассетного затвора сталеразливочного ковша.
24. Моделирование работы манипуляционных систем для ввода отсечных элементов поплавокотного типа в выпускной канал кислородного конвертера с целью удержания конечного технологического шлака.

25. Моделирование работы системы газодинамической отсечки конвертерного шлака.
26. Моделирование отсечки конечного шлака с использованием поворотного затвора при выпуске стали из кислородного конвертера.
27. Использование физического моделирования для сопоставительной оценки эффективности работы различных систем отсечки конечного конвертерного шлака.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

| | |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Программа подготовки: | магистратура |
| Направление подготовки: | 15.04.02 Технологические машины и оборудование |
| Направленность (профиль): | Инжиниринг и технический менеджмент металлургического оборудования |
| Семестр: | 2 |
| Учебная дисциплина: | Физическое моделирование технических систем |

БИЛЕТ № 4

1. Критерии подобия и правила их использования.
2. Методы определения времени гомогенизации модельных жидкостей.

Утверждено на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов чёрной металлургии им. В.Я. Седуша»

Протокол № ____ от _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____ Еронько С.П. Экзаменатор _____ Еронько С.П.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Физическое моделирование технических систем»

для обучающихся по направлению подготовки

15.04.02 Технологические машины и оборудование

(Направленность (профиль) – Инжиниринг и технический менеджмент металлургического оборудования)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 2 вопроса, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком)

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных работ.

Правильный ответ на 1-й вопрос оценивается в 30 баллов. Если ответ на первый вопрос неполный, то он оценивается в 20 баллов. В случае наличия в ответе частичной информации его оценивают в 10 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Правильный ответ на второй вопрос оценивается в 25 баллов. Если ответ на второй вопрос неполный, то он оценивается в 15 баллов. В случае наличия в ответе частичной информации его оценивают в 5 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются, и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры «Механическое оборудование заводов чёрной металлургии им. В.Я. Седуша».

Протокол № ____ от _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Еронько С.П.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Физическое моделирование технических систем» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового экзамена).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

| Форма контроля | Возможное количество баллов | Примечание |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Для студентов очной формы обучения | | |
| Отчёт по лабораторной работе | 5 | Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата |
| | 3 | Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов |
| | 2 | Задание выполнено с замечаниями. |
| Итого по лабораторным работам (максимально возможное) | 45 | Из расчёта 9 лабораторных работ. |
| ИТОГО | 45 | Максимально возможное |
| Для студентов заочной формы обучения | | |
| Отчёт по лабораторной работе | 5 | Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата |
| | 3 | Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов |
| | 2 | Задание выполнено с замечаниями. |
| Итого по лабораторным работам (максимально возможное) | 15 | Из расчёта 2 лабораторных работ. |
| Выполнение контрольной работы | 30 | Задание выполнено правильно, работа оформлена без замечаний |

| Форма контроля | Возможное количество баллов | Примечание |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| | 20 | Задание выполнено в целом правильно, имеются замечания по оформлению. |
| Итого за контрольную работу | 30 | |
| ИТОГО | 45 | Максимально возможное |

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопросов. Распределение баллов по семестровому экзамену приведено в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

Правильный ответ на 1-й вопрос оценивается в 30 баллов. Если ответ на первый вопрос неполный, то он оценивается в 20 баллов. В случае наличия в ответе частичной информации его оценивают в 10 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Правильный ответ на второй вопрос оценивается в 25 баллов. Если ответ на второй вопрос неполный, то он оценивается в 15 баллов. В случае наличия в ответе частичной информации его оценивают в 5 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

| Форма контроля | | Максимально возможное количество баллов |
|------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|
| Ответ на вопросы экзаменационного билета | вопрос 1 | 30 |
| | вопрос 2 | 25 |
| ИТОГО | | 55 |

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

| Сумма баллов по 100-бальной шкале | Оценка по шкале ECTS | Оценка по государственной шкале |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 90-100 | A | Отлично |
| 80-89 | B | Хорошо |
| 75-79 | C | |
| 70-74 | D | Удовлетворительно |
| 60-69 | E | |
| 35-59 | FX | Неудовлетворительно |
| 0-34 | F* | |

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

Лабораторная работа на тему: «Физическое моделирование работы одно-валковой зубчатой дробилки для двухстадийного измельчения агломерата». Вопросы при текущем опросе:

1. Назначение исследуемой механической системы.
2. Суть двухстадийного дробления.
3. Устройство и принцип действия тензорезисторного преобразователя для контроля крутящего момента, действующего на вал дробилки.
4. Последовательность запуска в работу контрольно-измерительной системы.
5. Порядок обработки результатов измерений.

4.5 Курсовое проектирование

Курсовое проектирование по дисциплине учебным планом не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Физическое моделирование технических систем сталеплавильного производства : учебное пособие / С. П. Еронько, Е. В. Ошовская, М. Ю. Ткачев [и др.]. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 324 с. - ISBN 978-5-9729-0699-4. - Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/115195.html>
2. Раскатов, Е.Ю. Основы научных исследований и моделирования металлургических машин [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Е. Ю. Раскатов, В. А. Спиридонов ; Е.Ю. Раскатов, В.А. Спиридонов ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. - 5 Мб. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - ISBN 978-5-7996-1541-3. <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6681.pdf>
3. Гатапова, Н.Ц. Основы теории и техники физического моделирования и эксперимента [Электронный ресурс] : учебн. пособие для вузов / Н. Ц. Гатапова, А. Н. Колиух, Н. В. Орлова, А. Ю. Орлов ; ФГБОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет". - 614 Кб. - Тамбов : ТГТУ, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6662.pdf>

II. Дополнительная литература

4. Чемодуров, В.Т. Моделирование систем [Электронный ресурс] : монография / В. Т. Чемодуров, Э. В. Литвинова ; ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» Академия строительства и архитектуры. - 4 Мб. - Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6663.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Физическое моделирование технических систем» [Электронный ресурс] : для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. мех. оборуд. заводов черн. металлургии им. В. Я. Седуша ; сост.: С. П. Еронько. – Донецк: ДОННТУ, 2022. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).
7. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Физическое моделирование технических систем» [Электронный ресурс] : для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. мех. оборуд. заводов черн. металлургии им. В. Я. Седуша ; сост.: С. П. Еронько. – Донецк: ДОННТУ, 2022. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).
8. Методические указания к организации самостоятельной работы по дисциплине «Физическое моделирование технических систем» [Электронный ресурс] : для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. мех. оборуд. заводов черн. металлургии им. В. Я. Седуша ; сост.: С. П. Еронько. – Донецк: ДОННТУ, 2022. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR BOOKS – <http://www.iprbookshop.ru>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

учебная аудитория № 6.314 учебный корпус 6 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (мультимедийное оборудование: ноутбук, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017).

мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; стенды, демонстрационные плакаты).

7.2 Лабораторные работы:

учебная лаборатория (оборудования) № 6.108 учебный корпус 6 для проведения лабораторных занятий (мультимедийное оборудование: ноутбук, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; стенды, демонстрационные плакаты; лабораторные установки; действующие физические модели оборудования металлургических цехов: одновалковой зубчатой дробилки: двухвалкового брикетировочного пресса; кислородного конвертера; манипуляционных систем для ввода отсечных элементов в выпускной канал кислородного конвертера; системы газодинамической отсечки конвертерного шлака; кассетного затвора сталеразливочного ковша; манипулятора и подъемника для обслуживания кассетного затвора сталеразливочного ковша; подъемно-поворотного стенда для замены разливочных ковшей на МНЛЗ; манипуляторов для смены защитных огнеупорных труб на МНЛЗ; промежуточного ковша МНЛЗ, оборудованного стопорными разливочными устройствами и системами быстрой смены погружных стаканов; системы быстрой смены погружных стаканов промежуточного ковша слябовой МНЛЗ; систем дозированной подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы сортовой, блюмовой и слябовых МНЛЗ; контрольно-измерительный стенд).

7.3 Самостоятельная работа:

помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС-Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).