Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровизация производственных процессов в металлургии

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Цифровая металлургия»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: c7fcee22ea712e8a9d62ca0595e78e8dabbfaa85
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 4 июня 2025 г. по 26 августа 2026 г.
Дата и время: 28-05-2026 09:25:53 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– Формирование у обучающихся навыков внедрения и практического применения цифровых моделей производственных процессов на основе технологических схем металлургического производства.

Задачами учебной дисциплины являются:

– Изучение принципов формирования экосистемы производственных технологий на современных металлургических предприятиях;;
– Изучение и практическая реализация элементов цифровых моделей производственных процессов на основе технологий цифровизации этапов жизненного цикла металлопродукции.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Введение в систему непрерывных улучшений;
– Зеленая повестка и ESG;
– Физика;
– Химия;
– Инженерная и компьютерная графика;
– Основы технологии производства продукции (оказания услуг);
– Планирование и организация эксперимента;
– Материаловедение;
– Проектный менеджмент;
– Математика;
– Информационные технологии;
– Основы программирования;
– Моделирование процессов и объектов в производственных системах;
– Основы искусственного интеллекта;
– Цифровая аналитика;
– Проектная деятельность 1;
– Проектная деятельность 2;
– Проектная деятельность 3;
– Учебная практика;
– Технологическая практика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Проектная деятельность 6;
– Проектная деятельность 7;
– Теоретические основы производства стали;
– Технология производства стали в конвертерах;
– Электрометаллургия стали;
– Внепечная обработка стали;
– Разливка стали;
– Технологии производства и применения альтернативных шихтовых материалов;
– Основы технологических процессов обработки металлов давлением;
– Теория обработки металлов давлением;
– Технология прессования и волочения;
– Технология прокатного производства;
– Логистика на предприятиях черной металлургии;
– Роботизированные технологические комплексы в черной металлургии;
– Системы автоматизированного проектирования.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Техническое проектирование	ОПК-2: Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений	ОПК-2.1 Участвует в разработке частей проекта технических объектов, систем и технологических процессов	– знать: этапы разработки и структуру проекта технических объектов, систем и технологических процессов;. – уметь: выполнять части проекта технических объектов, систем и технологических процессов;.
Использование инструментов и оборудования	ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной	ОПК-4.1 Проводит измерения, наблюдения, фиксацию данных при испытаниях и исследованиях	– знать: методики и инструментальное обеспечение для проведения измерения, наблюдения,

	деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		фиксации данных при испытаниях и исследованиях;. – уметь: проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические методы;.
Научные исследования	ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	ОПК-5.3 Применяет современные информационные технологии и прикладные программные средства	– знать: возможности современных информационных технологий и прикладных программных средств и основы цифровизации металлургических технологий для стадий жизненного цикла продукции;. – уметь: использовать современные информационные технологии и прикладные программные средства для решения практических задач;.
Принятие решений	ОПК-6: Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и	ОПК-6.1 Принимает обоснованные технические решения в профессиональной деятельности	– знать: организацию информационного пространства металлургического предприятия как цифровую экосистему производственных

	безопасные технические средства и технологии		технологий;. – уметь: анализировать взаимодействие производственных технологий на каждой стадии жизненного цикла продукции на основе цифровых моделей металлургических процессов;.
		ОПК-6.2 Выбирает эффективные технологии и технические средства в профессиональной деятельности	– знать: целевые показатели эффективности металлургического производства;. – уметь: использовать целевые показатели эффективности производства при формировании цифровых двойников и моделей металлургического производства;.
Информационно-коммуникационные технологии профессиональной деятельности	ОПК-8: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1 Понимает принципы работы современных информационных технологий	– знать: принципы формирования цифровых двойников и моделей производственных процессов;. – уметь: формировать цифровые модели производственных процессов на основе работы современных информационных технологий;.
		ОПК-8.2 Использует современные информационные технологии для решения технических задач	– знать: методологию моделирования производственных процессов на основе

			современных информационных и цифровых технологий;. – уметь: применять модели производственных процессов для решения технических задач;.
		ОПК-8.3 Применяет современные информационные технологии и прикладные программные средства в профессиональной деятельности	– знать: характеристики оценки эффективности применения современных информационных технологий и прикладных программных средств в профессиональной деятельности;. – уметь: применять современные информационные технологии и прикладные программные средства для решения технических и технологических задач;.

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению технологических процессов в металлургии черных металлов	ПК-1.1 Анализирует технологические процессы черной металлургии	– знать: технологические процессы различных этапов металлургического производства;. – уметь: выявлять недостатки технологических процессов при производстве металлопродукции;.

	ПК-2: Способен определять организационно-управленческие мероприятия по работе производственных цехов в металлургической отрасли	ПК-2.1 Понимает основные принципы работы оборудования металлургического производства	– знать: основные виды и принципы работы оборудования металлургического производства;. – уметь: анализировать эффективность использования и работы металлургического оборудования на различных этапах технологического процесса производства металлопродукции;.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***72***	*72*
	зачетных единиц	***2***	*2*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***31***	*31*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*

в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Цифровая трансформация металлургического производства в "цифровое производство" (Переход к Индустрии 4.0. Опыт металлургических компаний в применении принципов Индустрии 4.0 для оптимизации производственных процессов. Реализация проектов цифровизации металлургической отрасли. Интегральный показатель цифровизации металлургического производства. Данные - как базис цифровизации металлургического производства, виды данных, методы их анализа. Приоритетные направления цифровой трансформации предприятий металлургической отрасли. Примеры цифровой трансформации крупнейших горно-металлургических компаний России.);

Раздел 2 Экосистема металлургических технологий как основа для комплексного повышения эффективности процесса производства металлопродукции (Основные аспекты современной модернизации металлургии России как целостной системы удовлетворения потребностей народного хозяйства в металлопродукции. Экосистема производственных металлургических технологий. Трехуровневая схема Фабрик Будущего "Технет" НТИ.);

Раздел 3 Цифровые модели объектов и процессов металлургического производства (Цифровизация жизненного цикла продукции. Методы моделирования производственных процессов. Методология разработки цифровых двойников и моделей металлургического производства.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Цифровая трансформация производства.	2	
Раздел 2.	Экосистема производственных технологий.	2	
Раздел 3.	Цифровизация жизненного цикла продукции.	2	
Раздел 1.	Цикл зрелости производственных технологий Гартнера.	2	
Раздел 1.	Цифровой двойник производства.	2	

Раздел 2.	Цифровые, «Умные», Виртуальные Фабрики Будущего.	2	
Раздел 2.	Трехуровневая схема Фабрик Будущего «Технет» НТИ.	2	
Раздел 3.	Моделирование производственных процессов на основе современных информационных технологий.	2	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 3.	Модели процессов проектирования на базе CAx-PLM -технологий.	4	
Раздел 3.	Модели производственных процессов межцехового уровня на базе MES-APS технологий.	4	
Раздел 3.	Модели производственных процессов финансово-хозяйственного уровня предприятия на базе APSERP-технологий.	4	
Раздел 3.	Модели производственных процессов внутрицехового уровня на базе CAPPSCADA- MES-технологий.	4	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	9	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	8	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	14	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**40**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-8; ПК-1; ПК-2	1. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-8; ПК-1; ПК-2	1. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5;	1. Наблюдение за работой на практическом занятии; 2. Тестовые задания

	ОПК-6; ОПК-8; ПК-1; ПК-2	
Зачет.	ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-8; ПК-1; ПК-2	1. Зачет на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются 10 вопросов из перечня тестовых заданий для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам

(темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения. Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он выполнил указанную в методических указаниях последовательность действий, получил результат, при выполнении практической работы проявил активность, самостоятельность; выделенное время использовал рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не умеет самостоятельно работать с методическими указаниями, не может правильно выполнить указанную последовательность действий, не рационально использует отведенное время, Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: зачет на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Зачет проводится по результатам текущего контроля.

Таблица – Шкала оценивания обучающегося по дисциплине «Цифровизация производственных процессов в металлургии» по результатам текущего контроля

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагал ответы на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку три и выше баллов
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он допускал неточности при изложении ответов на устные вопросы при опросах, подтвердил освоение программного материала выполнением тестовых заданий на среднюю оценку ниже трех баллов. Оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Меняев, М.Ф. Информационные системы управления предприятием. Ч. 2. : учебное пособие / Меняев М.Ф., Кузьминов А.С., Планкин Д.Ю. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 67 с. – ISBN 978-5-7038-3674-3. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703836743.html (дата обращения: 05.03.2026);

2 Меняев, М.Ф. Информационные системы управления предприятием. Ч.1 : учебное пособие / Меняев М.Ф., Кузьминов А.С., Планкин Д.Ю. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 65 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0154.html (дата обращения: 05.03.2026);

3 Меняев, М.Ф. Информационные системы и технологии управления организацией : учебное пособие. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 87 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0275.html (дата обращения: 05.03.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– LibreOffice;
– Mathcad;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– КОМПАС-3D;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой и прикладным программным обеспечением;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Фейлер Сергей Владимирович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник сталеплавильного
отдела Управления по технологии



производства рельсового проката
Технической дирекции по производству
железнодорожного проката
филиала «ЗСМК» ПАО «ЕВРАЗ», к.т.н. _____ Д.В. Бойков
должность, степень, звание подпись инициалы, фамилия
представителя работодателя

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Какой основной продукт производится в доменном цехе?

а) Сталь

б) Чугун

в) Алюминий

г) Прокат

2. Какое оборудование используется для производства стали из чугуна?

а) Доменная печь

б) Конвертер

в) Шахтная печь

г) Прокатный стан

3. Какой процесс происходит в агломерационной машине?

а) Производство кокса

б) Окускование железорудного сырья

в) Разливка стали

г) Нагрев металла перед прокаткой

4. Какой газ является основным побочным продуктом доменного процесса?

а) Кислород

б) Доменный газ

в) Ацетилен

г) Гелий

5. Что такое МНЛЗ в сталеплавильном производстве?

а) Машина непрерывного литья заготовок

б) Механизм наладки литейных форм

в) Металлургический насос низкого давления

г) Монитор нагрева жидкого металла

6. Какой параметр является критически важным при выплавке стали?

а) Цвет пламени

б) Температура металла

в) Шумность процесса

г) Размер печи

7. Какой продукт получают в прокатном цехе?

а) Жидкий металл

б) Готовые металлические изделия (листы, балки)

в) Шлак

г) Руду

8. Как называется процесс обработки металла давлением?

а) Легирование

б) Прокатка
в) Электролиз
г) Коксование
9. Какое из перечисленных НЕ является видом прокатного стана?
а) Блюминг
б) Слябинг
в) Коксовая батарея
г) Стан горячей прокатки
10. Какой элемент НЕ входит в состав шихты доменной печи?
а) Железная руда
б) Кокс
в) Флюс
г) Электроды
11. Какой процесс позволяет снизить содержание углерода в чугуне?
а) Окисление
б) Восстановление
в) Легирование
г) Нейтрализация
12. Как называется аппарат для очистки доменного газа?
а) Скруббер
б) Конвертер
в) Ковш-печь
г) МНЛЗ
13. Какой параметр характеризует производительность доменной печи?
а) Коэффициент использования полезного объема
б) Температура отходящих газов
в) Высота печи
г) Диаметр колошника
14. Какой продукт является основным в кислородно-конвертерном процессе?
а) Чугун
б) Сталь
в) Агломерат
г) Окатыши
15. Какой процесс происходит в коксовой батарее?
а) Производство чугуна
б) Получение кокса из угля
в) Разливка стали
г) Прокатка металла
16. Какой показатель НЕ характеризует качество стали?
а) Содержание серы
б) Содержание фосфора
в) Температура плавления

г) Механические свойства

17. Какой процесс позволяет получить тонколистовой прокат?

а) Горячая прокатка

б) Холодная прокатка

в) Прессование

г) Волочение

18. Как называется устройство для измерения температуры жидкого металла?

а) Пирометр

б) Манометр

в) Расходомер

г) Анемометр

19. Какой параметр контролируют в процессе непрерывной разливки стали?

а) Скорость вытягивания заготовки

б) Давление воды в охлаждающих системах

в) Состав атмосферы

г) Все перечисленные

20. Какой процесс происходит в установке "ковш-печь"?

а) Доводка химического состава стали

б) Производство чугуна

в) Охлаждение проката

г) Подготовка железорудного сырья

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Установите последовательность формирования цифрового двойника на предприятии:

а) накопление данных об объекте

б) создание цифровой модели

в) интеграция модели в информационную систему

г) применение в жизненном цикле изделия

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

2. Расположите этапы внедрения PLM-системы:

а) анализ бизнес-процессов

б) адаптация под инфраструктуру предприятия

в) обучение пользователей

г) тестовая эксплуатация

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

3. Упорядочите этапы компьютерного моделирования объекта:

а) построение расчетной схемы

б) выбор метода расчета

в) формализация параметров

г) верификация результатов

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

4. Расположите стадии взаимодействия цифрового двойника с физическим объектом:

а) передача параметров в модель

б) анализ данных

в) корректировка управляющих воздействий

г) реализация на объекте

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

5. Установите правильный порядок построения информационной модели изделия:

а) определение структуры изделия

б) описание взаимосвязей компонентов

в) интеграция документации

г) синхронизация с CAD/CAM-системами

Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:

6. Установите соответствие между элементами цифрового двойника и их назначением:

Элементы цифрового двойника	Назначение
1. Цифровой образ	а) статичное описание объекта
2. Цифровая тень	б) односторонний поток данных
3. Цифровой двойник	в) двусторонняя связь
4. Физическая модель	г) реальный объект

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

7. Установите соответствие между компонентами PLM-системы и их функциями:

Компоненты PLM-системы	Функции компонентов
1. PDM	а) моделирование изделий
2. CAD	б) хранение документации
3. CAE	в) проектирование и расчёты
4. CAM	г) управление производственными операциями

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

8. Установите соответствие между методами моделирования и их характеристиками:

Методы моделирования	Характеристики методов
1. Конструктивное моделирование	а) основано на CAD
2. Объектно-ориентированное моделирование	б) процессы в динамике
3. Имитационное моделирование	в) логическая структура
4. Геометрическое моделирование	г) поэтапная сборка

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

9. Установите соответствие между уровнями цифровизации и их признаками:

Уровень цифровизации	Признаки уровня
1. Уровень документации	а) моделирование потока ценности
2. Уровень продукта	б) 3D-моделирование изделия
3. Уровень процесса	в) цифровое хранение чертежей

Уровень цифровизации	Признаки уровня
4. Уровень бизнеса	г) автоматизация производственных операций

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

10. Установите соответствие между цифровыми технологиями и их назначением:

Цифровая технология	Назначение цифровой технологии
1. BIM	а) управление производством в реальном времени
2. MES	б) мониторинг датчиков
3. IoT	в) автоматизация зданий и инфраструктуры
4. SCADA	г) визуализация и управление инженерными системами

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

11. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется виртуальное представление физического объекта в цифровой среде?

Ответ: _____

12. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется процесс управления жизненным циклом изделия с помощью информационных систем?

Ответ: _____

13. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется программный компонент, предназначенный для автоматизации проектирования?

Ответ: _____

14. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется разновидность модели, обеспечивающая взаимодействие физического объекта и цифровой копии?

Ответ: _____

15. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется процесс, в результате которого происходит формализация параметров и характеристик объекта для моделирования?

Ответ: _____

16. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется элемент цифровой модели, отвечающий за хранение данных об изделии и его структуре?

Ответ: _____

17. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется информационная система, обеспечивающая управление производственным процессом в реальном времени?

Ответ: _____

18. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется набор данных, поступающих от физического объекта в цифровую модель в одностороннем порядке?

Ответ: _____

19. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется инструмент для анализа прочности, динамики и тепловых характеристик изделия?

Ответ: _____

20. Дайте ответ на вопрос (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

Как называется технология, обеспечивающая связь между физическим и цифровым мирами с помощью датчиков и интернета?

Ответ: _____

21. Выберите и обоснуйте правильный ответ. Какой из элементов цифрового двойника обеспечивает двустороннюю связь с физическим объектом?

а) Цифровой образ

б) Цифровая тень

в) Цифровой двойник

г) Физический объект

Ответ: _____

Обоснование: _____

22. Выберите и обоснуйте правильный ответ. Какой из модулей PLM-системы отвечает за хранение и управление инженерной документацией?

а) CAD

б) CAE
в) CAM
г) PDM
Ответ: _____
Обоснование: _____
23. Выберите и обоснуйте правильный ответ. Какой метод моделирования позволяет оценивать поведение систем во времени?
а) Геометрическое
б) Имитационное
в) Конструктивное
г) Объектно-ориентированное
Ответ: _____
Обоснование: _____
24. Выберите и обоснуйте правильный ответ. Какой термин обозначает этап цифровизации, при котором данные о производственном процессе собираются и анализируются в реальном времени?
а) Автоматизация
б) Цифровое проектирование
в) Умное производство
г) Документооборот
Ответ: _____
Обоснование: _____
25. Выберите и обоснуйте правильный ответ. Какая технология позволяет осуществлять мониторинг состояния оборудования через сеть?
а) PLM
б) SCADA
в) BIM
г) PDM
Ответ: _____
Обоснование: _____
26. Какие из перечисленных компонентов относятся к архитектуре цифрового двойника? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.
а) Цифровая модель
б) Сенсоры
в) Система автоматизированного проектирования
г) Механическая оснастка
Ответы: _____
Обоснование: _____
27. Какие технологии входят в состав умного производства (Smart Manufacturing)? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.
а) IoT
б) Big Data
в) ISO 9001

г) MES

Ответы: _____

Обоснование: _____

28. Какие системы используются для автоматизации жизненного цикла изделия? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.

а) PDM

б) CAD

в) LMS

г) PLM

Ответы: _____

Обоснование: _____

29. Какие преимущества даёт внедрение цифровых двойников в инженерной практике? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.

а) Повышение точности прогнозов

б) Увеличение массы изделия

в) Снижение затрат

г) Улучшение обслуживания

Ответы: _____

Обоснование: _____

30. Какие задачи решаются с помощью CAE-систем? Выберите все правильные ответы, обоснуйте их.

а) Статический анализ

б) Управление чертежами

в) Динамическое моделирование

г) Расчёт прочности

Ответы: _____

Обоснование: _____

31 Какое количество базовых составляющих цифрового двойника лежит в основе концепции Майкла Гривса?

а) 1;

б) 2;

в) 3;

г) 5.

32 К какой группе технологий в 2016 году аналитическое агентство Gartner причислило цифровые двойники?

а) Технологии «Интернета вещей»;

б) Технологии обработки «больших данных»;

в) Передовые производственные технологии;

г) «Сквозные» технологии.

33 В чём заключается причина исчезновения технологии цифровых двойников с кривой Gartner (Gartner Hype Cycle)?

а) Информационный шум вокруг технологии сменился её практическим внедрением и масштабированием;

б) Технология распалась на множество отдельных практических решений и научно-технических направлений;

в) «Цифровые двойники» получили узкоспециализированную направленность, что привело к снижению общего уровня перспективности данной технологии;

г) Отсутствие эффективных прикладных решений, основывающихся на данной технологии.

34 О чем свидетельствует наличие большого количества трактовок термина «цифровой двойник» и значительного количества схожих понятий?

а) Отсутствии устоявшейся терминологии и единого стандарта, используемого поставщиками цифровых решений;

б) Обширности термина «цифровой двойник» и необходимости его уточнения в зависимости от прикладной задачи;

в) Интенсивной интеграции решений на основе «цифровых двойников» в различные отрасли экономики;

г) Высоком уровне развития концепции «цифровых двойников» и формировании на её основе новых решений.

35 На какой стадии кривой Gartner (Gartner Hype Cycle) в 2019 году располагалась технология цифровых двойников?

а) Пик завышенных ожиданий;

б) Плато продуктивности;

в) Запуск технологии;

г) Рост за счет научения.

36 Среди представленных вариантов выберите дату введения в действие национального стандарта Российской Федерации ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения»:

а) 16.09.2021;

б) 25.08.2021;

в) 13.02.2021;

г) 01.01.2022.

37 В соответствии с видением Altair Engineering, «цифровой двойник» типа Physics Driven Twin может быть сформирован:

а) При наличии конкретного экземпляра объекта;

б) В процессе производства и доводки описываемого объекта;

в) На любом этапе жизненного цикла описываемого объекта;

г) На этапе проектирования описываемого объекта.

38 Трактовка термина «цифровой двойник», которая в соответствии с типологизацией соответствует «качественным» цифровым двойникам характерна для компании:

а) General Electric;

б) Oracle;

в) Siemens;

г) Microsoft.

39 Трактовка термина «цифровой двойник», которая в соответствие с типологизацией соответствует «информационно-диагностическим» цифровым двойникам характерна для компании:

а) Oracle;

б) Microsoft;

в) General Electric;

г) Siemens.

40 Выберите вариант, содержащий понятия, связанные с высокоадекватным описанием объекта/процесса исключительно на основе физических законов и набора требований к объекту/процессу:

а) Digital Twin Prototype, Digital Twin Instance, Physical Driven Twin;

б) Digital Twin Instance, Physical Driven Twin, Hybrid Twin;

в) Digital Twin Prototype, Physical Driven Twin, Virtual Twin;

г) Digital Twin Prototype, Hybrid Twin.

41 Внесение изменений в конструкцию нового изделия сопряжено с наибольшими затратами на этапе:

а) Проектирования технологической оснастки;

б) Изготовления макета изделия;

в) Конструкторской проработки изделия;

г) Выпуска опытной серии.

42 Что обеспечивает проверку соответствия разрабатываемого изделия установленным в техническом задании требованиям, в том числе проверку взаимного влияния одних подсистем и компонентов на другие?

а) Цифровые (виртуальные) испытания;

б) Программно-технологическая платформа цифровых двойников;

в) Программные системы компьютерного проектирования (CAD-системы);

г) Цифровая модель изделия.

43 В соответствие с положениями, зафиксированными в национальных стандартах Российской Федерации, основными стадиями жизненного цикла любого изделия являются:

а) Проектирование, Изготовление, Сборка, Сертификационные испытания;

б) Разработка, Производство и Эксплуатация;

в) Эксплуатация, Обслуживание, Ремонт, Утилизация;

г) Разработка, Создание «Цифрового двойника», Производство, Испытания, Доводка, Эксплуатация.

44 С помощью чего разрабатывается и поддерживается в актуальном состоянии цифровой двойник изделия?

а) Многоуровневой системы требований;

б) Программно-технологической платформы цифровых двойников;

в) Программной системы компьютерного проектирования (Computer-Aided Design, CAD);

г) Системы управления жизненным циклом изделий (Product Lifecycle Management, PLM).

45 Среди представленных вариантов выберите критерий классификации, разделяющий изделия на «оригинальные изделия» и «унифицированные изделия»:

а) «По конструктивно-функциональным характеристикам изделия»;

б) «По назначению изделия»;

в) «По структуре»;

г) «По уровню стандартизации».

46 Какая модель, с точки зрения критериев классификации «характер изменения свойств во времени» и «область определения рассматриваемых свойств и принимаемых значений», наиболее корректна при моделировании результатов броска игральных костей (кубиков)?

а) Стохастическая дискретная модель;

б) Стохастическая непрерывная модель;

в) Детерминированная непрерывная модель;

г) Детерминированная дискретная модель.

47 Одним из наиболее распространенных и эффективных методов, применяемых для решения задач в рамках компьютерного моделирования, является:

а) Метод граничных элементов (Boundary Element Method, BEM);

б) Метод конечных объемов (Finite Volume Method, FVM);

в) Метод конечных элементов (Finite Element Method, FEM);

г) Метод конечных разностей (Finite Difference Method, FDM).

48 В рамках компьютерного моделирования построение расчетной схемы реализуется на этапе:

а) Математической постановки задачи;

б) Разработки вычислительного алгоритма решения задачи;

в) Проведения расчетов на ЭВМ;

г) Физической постановки задачи.

49 Среди предложенных вариантов выберите термин, наиболее соответствующий «модели некоторого объекта, представленной в виде совокупности данных об объекте моделирования и связей между ними»:

а) Дискретная модель;

б) Информационная модель;

в) Компьютерная модель;

г) Имитационная модель.

50 Какая модель, с точки зрения критериев классификации «зависимость свойств от времени» и «область определения рассматриваемых свойств и принимаемых значений», наиболее корректна при моделировании динамики популяции?

а) Динамическая непрерывная модель;

б) Динамическая дискретная модель;

в) Статическая дискретная модель;

г) Статическая непрерывная модель.

51 Что является предпосылкой успеха компьютерного моделирования, подразумевающего создание "цепочки моделей"?

а) Соблюдение итоговой адекватности по характеристикам, соответствующим решаемой задаче;

б) Обеспечение одинакового уровня адекватности для каждой промежуточной модели;

в) Проверка уровня адекватности машинной реализации математической модели объекта до проведения вычислительных операций;

г) Обязательная проверка уровня адекватности модели непосредственно перед выбором численного метода решения.

52 Решение о необходимости учета отдельных связей и свойств изделия в рамках компьютерного моделирования принимает:

а) Инженер проекта;

б) Система автоматизированного проектирования;

в) Рекомендательная система платформы разработки цифровых двойников;

г) Система инженерного анализа.

53 С каким риском связано использование допущений при построении модели объекта/процесса?

а) Допущения, обеспечивающие адекватность модели по одним параметрам, могут привести к её ненадежности по другим параметрам;

б) Используемые допущения могут не позволить применить мультидисциплинарный подход к моделированию объекта/процесса;

в) Допущения могут привести к усложнению модели объекта/процесса и повышению трудоемкости процесса моделирования;

г) Допущения могут принуждать к реализации определенных численных методов.

54 За счет чего снижается трудоёмкость реализации компьютерной модели при сохранении высокой степени её адекватности?

а) Минимизация количества рассматриваемых связей и факторов, слабо влияющих на исследуемые параметры объекта моделирования;

б) Декомпозиция модели изделия на совокупность компьютерных моделей элементов с целью проведения отдельных исследований;

в) Последовательное моделирование объекта с позиций различных дисциплин (монодисциплинарный подход);

г) Мультидисциплинарное моделирование исследуемого объекта.

55 Степень адекватности компьютерной модели как количественная характеристика может принимать значения:

а) от -1 до 1;

б) от -∞ до 0;

в) от 0 до 1;

г) от 0 до +∞.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Перечень примерных заданий:

1. Разработать модель производства непрерывнолитой заготовки на базе CAx-PLM-технологий в соответствии с заданными параметрами:

№ варианта	Марка стали	Емкость сталеразливочного ковша, т	Производительность МНЛЗ, млн.т в год	Сечение непрерывнолитой заготовки, мм
1	25ХГТ	350	410	150х150
2	18ХГТ	400	5,0	100х2500
3	35ХГСА	250	4,5	200х1800
4	15ХСНД	160	3,0	150х150
5	АЦ30	160	3,0	100х100
6	4ХС	300	2,5	∅250
7	09Г2Д	160	3,0	150х150
8	09Г2С	160	3,0	300х330
9	20Г2	140	2,8	180х1500
10	30ХРА	350	4,0	150х1800
11	12ГС	400	5,0	200х2600
12	15Х	125	2,2	200х300
13	09Г2С	160	3,0	∅150
14	50ХГФА	300	3,5	150х2000
15	09Г2С	160	3,0	∅150
16	18Г2С	160	3,0	100х100
17	25ХГТ	350	4,5	180х2000
18	18ХГТ	400	4,5	250х2000
19	3сп	160	3,0	150х150
20	5сп	160	3,0	300х330
21	08Ю	140	2,8	180х1500
22	10ЮА	350	4,0	150х1800
23	35ГС	400	5,0	200х2600
24	15Х	125	2,2	200х300
25	09Г2С	160	3,0	∅150

2. Используя MES-APS технологии разработать модель процесса производства стальной металлопродукции в соответствии с заданными параметрами:

№ варианта	Тип сталеплавильного производства	Марка стали	Емкость сталеплавильного агрегата, т	Производительность цеха, млн.т в год	Сечение непрерывнолитой заготовки, мм
1	ККЦ	25ХГТ	350	410	150х150
2	ККЦ	18ХГТ	400	5,0	100х2500
3	ККЦ	35ХГСА	250	4,5	200х1800
4	ККЦ	15ХСНД	160	3,0	150х150
5	ККЦ	АЦ30	160	3,0	100х100
6	ККЦ	4ХС	300	2,5	∅250
7	ЭСПЦ	09Г2Д	160	3,0	150х150
8	ЭСПЦ	09Г2С	160	3,0	300х330
9	ЭСПЦ	20Г2	140	2,8	180х1500
10	ККЦ	30ХРА	350	4,0	150х1800
11	ККЦ	12ГС	400	5,0	200х2600
12	ЭСПЦ	15Х	125	2,2	200х300
13	ККЦ	09Г2С	160	3,0	∅150
14	ККЦ	50ХГФА	300	3,5	150х2000
15	ЭСПЦ	09Г2С	160	3,0	∅150
16	ЭСПЦ	18Г2С	160	3,0	100х100
17	ККЦ	25ХГТ	350	4,5	180х2000
18	ККЦ	18ХГТ	400	4,5	250х2000
19	ЭСПЦ	3сп	160	3,0	150х150
20	ЭСПЦ	5сп	160	3,0	300х330
21	ЭСПЦ	08Ю	140	2,8	180х1500
22	ККЦ	10ЮА	350	4,0	150х1800
23	ККЦ	35ГС	400	5,0	200х2600
24	ЭСПЦ	15Х	125	2,2	200х300
25	ККЦ	09Г2С	160	3,0	∅150

3. Разработать модель процесса производства стальной металлопродукции на базе APSERP-технологий в соответствии с заданными параметрами:

№ варианта	Тип сталеплавильного производства	Марка стали	Емкость сталеплавильного агрегата, т	Производительность цеха, млн.т в год	Сечение непрерывнолитой заготовки, мм
1	ККЦ	25ХГТ	350	410	150х150
2	ККЦ	18ХГТ	400	5,0	100х2500
3	ККЦ	35ХГСА	250	4,5	200х1800
4	ККЦ	15ХСНД	160	3,0	150х150
5	ККЦ	АЦ30	160	3,0	100х100

6	ККЦ	4ХС	300	2,5	∅250
7	ЭСПЦ	09Г2Д	160	3,0	150х150
8	ЭСПЦ	09Г2С	160	3,0	300х330
9	ЭСПЦ	20Г2	140	2,8	180х1500
10	ККЦ	30ХРА	350	4,0	150х1800
11	ККЦ	12ГС	400	5,0	200х2600
12	ЭСПЦ	15Х	125	2,2	200х300
13	ККЦ	09Г2С	160	3,0	∅150
14	ККЦ	50ХГФА	300	3,5	150х2000
15	ЭСПЦ	09Г2С	160	3,0	∅150
16	ЭСПЦ	18Г2С	160	3,0	100х100
17	ККЦ	25ХГТ	350	4,5	180х2000
18	ККЦ	18ХГТ	400	4,5	250х2000
19	ЭСПЦ	3сп	160	3,0	150х150
20	ЭСПЦ	5сп	160	3,0	300х330
21	ЭСПЦ	08Ю	140	2,8	180х1500
22	ККЦ	10ЮА	350	4,0	150х1800
23	ККЦ	35ГС	400	5,0	200х2600
24	ЭСПЦ	15Х	125	2,2	200х300
25	ККЦ	09Г2С	160	3,0	∅150

4. Разработать модель процесса производства стальной металлопродукции внутрицехового уровня (с использованием вспомогательного оборудования) на базе CAPPSCADA-MES-технологий в соответствии с заданными параметрами:

№ варианта	Тип сталеплавильного производства	Марка стали	Емкость сталеплавильного агрегата, т	Производительность цеха, млн.т в год	Сечение непрерывнолитой заготовки, мм
1	ККЦ	25ХГТ	350	410	150х150
2	ККЦ	18ХГТ	400	5,0	100х2500
3	ККЦ	35ХГСА	250	4,5	200х1800
4	ККЦ	15ХСНД	160	3,0	150х150
5	ККЦ	АЦ30	160	3,0	100х100
6	ККЦ	4ХС	300	2,5	∅250
7	ЭСПЦ	09Г2Д	160	3,0	150х150
8	ЭСПЦ	09Г2С	160	3,0	300х330
9	ЭСПЦ	20Г2	140	2,8	180х1500
10	ККЦ	30ХРА	350	4,0	150х1800
11	ККЦ	12ГС	400	5,0	200х2600
12	ЭСПЦ	15Х	125	2,2	200х300
13	ККЦ	09Г2С	160	3,0	∅150

14	ККЦ	50ХГФА	300	3,5	150х2000
15	ЭСПЦ	09Г2С	160	3,0	∅150
16	ЭСПЦ	18Г2С	160	3,0	100х100
17	ККЦ	25ХГТ	350	4,5	180х2000
18	ККЦ	18ХГТ	400	4,5	250х2000
19	ЭСПЦ	3сп	160	3,0	150х150
20	ЭСПЦ	5сп	160	3,0	300х330
21	ЭСПЦ	08Ю	140	2,8	180х1500
22	ККЦ	10ЮА	350	4,0	150х1800
23	ККЦ	35ГС	400	5,0	200х2600
24	ЭСПЦ	15Х	125	2,2	200х300
25	ККЦ	09Г2С	160	3,0	∅150

4 Оценивание обучающегося на зачете

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.