Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):
к.т.н., профессор /А.С. Теренченко/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н. /Г.Г. Надарейшвили/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 7
3.3. Содержание дисциплины 8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 10
3.4.1. Семинарские/практические занятия (18 часов) 10
3.4.2. Лабораторные занятия 11
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 11
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 11
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 11
4.2 Основная литература 12
4.3 Дополнительная литература 13
4.4. Электронные образовательные ресурсы 13
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 13
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 14
5. Материально-техническое обеспечение 15
6. Методические рекомендации 15
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 15
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 16
7. Фонд оценочных средств 17
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 17
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 19
7.3 Оценочные средства 22

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся современных представлений о концепции управления жизненным циклом изделия (Product Lifecycle Management — PLM), методах и средствах информационной поддержки процессов проектирования, производства, эксплуатации и утилизации поршневых двигателей и турбомашин, а также практических навыков работы в интегрированной информационной среде предприятия на пятом этапе сквозного проектирования «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита».

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных понятий, концепций и стадий жизненного цикла промышленных изделий в соответствии с международными стандартами;
- ознакомление с современными PLM-системами, их архитектурой, функциональными возможностями и ролью в цифровой трансформации машиностроительных предприятий;
- освоение методов управления инженерными данными (EDM/PDM), включая создание и ведение электронной структуры изделия, управление версиями и конфигурациями;
- формирование навыков работы с электронным архивом конструкторской и технологической документации, организации коллективного доступа и управления изменениями;
- изучение принципов интеграции CAD/CAE/CAM-систем в единое информационное пространство предприятия;
- приобретение навыков работы с системами управления проектами и задачами в рамках PLM-решений;
- ознакомление с методами управления требованиями, цифровыми макетами и имитационным моделированием на различных этапах жизненного цикла;
- формирование понимания роли PLM-технологий в обеспечении качества, сокращении сроков разработки и снижении затрат на производство и эксплуатацию изделий.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	**ИУК-1.1.** Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.
	ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.
	ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки.
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм,	**ИУК-2.1.** Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает её достижение.
	ИУК-2.2. Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
имеющихся ресурсов и ограничений	**ИУК-2.3.** Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учётом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования.
ОПК-1. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**ИОПК-1.4.** Понимает принципы работы современных информационных технологий и может использовать их для решения задач по разработке, проектированию и испытаниям энергетических установок.

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Управленческая (интеграционная). Дисциплина формирует представления об управлении жизненным циклом изделия (PLM) как стратегии управления информацией об изделии на всех этапах: от концептуального проектирования до утилизации. Студенты изучают концепции CALS и PLM, стандарты управления данными об изделии (STEP, PLCS), понятие электронной структуры изделия (BOM) и её виды (E-BOM, M-BOM, S-BOM), принципы управления изменениями и конфигурациями, а также интеграцию PLM с CAD/PDM/ERP/MES-системами.

В ходе изучения дисциплины формируются следующие навыки в рамках указанных компетенций: анализ стадий жизненного цикла изделия (ИУК-1.1); поиск и систематизация информации о современных PLM-системах (Siemens Teamcenter, ENOVIA, Windchill) (ИУК-1.2); рассмотрение и предложение рациональных вариантов организации управления данными для проектируемого двигателя (ИУК-1.3); формулирование совокупности задач по внедрению PLM-подходов (ИУК-2.1); определение связей между задачами проектирования, технологической подготовки и эксплуатации (ИУК-2.2); выбор оптимальных способов управления данными с учётом ресурсов и ограничений (ИУК-2.3). Понимание принципов работы современных информационных технологий (PLM/PDM) и их применения в энергетическом машиностроении формирует компетенцию ИОПК-1.4.

Результаты освоения дисциплины используются при формировании электронной структуры изделия и описании процессов управления изменениями в сквозном проекте.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Управление жизненным циклом изделия в области энергетического машиностроения»** относится к **факультативным дисциплинам** учебного плана (код дисциплины: ФТД.5) и изучается в **7-м семестре**.

Данная дисциплина обеспечивает **пятый этап сквозного проекта «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита»**, интегрируя знания и навыки, полученные при изучении всех предшествующих дисциплин, и формируя у обучающихся понимание современных подходов к управлению данными об изделии на протяжении всего жизненного цикла, что необходимо для эффективной работы в условиях цифрового производства.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении следующих дисциплин и курсов:

- **Автоматизированное проектирование в двигателестроении** (Б1.1.12, 2-3 семестры) — формирует навыки работы в CAD-системах, данные из которых являются основой для PLM;

• **Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин** (Б1.1.9, 1-2 семестры) — даёт знание основ конструкторской документации;

• **Конструирование и расчёт механизмов энергетических установок** (Б1.1.22, 5-6 семестры) и **Конструирование и расчёт поршневых двигателей** (Б1.2.8, 6 семестр) — формируют понимание структуры изделия и взаимосвязей его компонентов;

• **Технологическая подготовка производства в машиностроении** (Б1.2.16, 7 семестр), изучаемая параллельно, — даёт понимание технологических данных, управляемых в PLM-системах;

• **Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты** (Б1.2.15, 7 семестр), изучаемая параллельно, — формирует навыки оформления КД, которая является объектом управления в PLM;

• **Информатика** (школьный курс) и **Технологии искусственного интеллекта** (Б1.1.5, 1 семестр) — формируют базовые навыки работы с информационными системами;

• **Управление проектами** (Б1.2.1.3, 2 семестр) и **Основы технологического предпринимательства** (Б1.2.1.4, 4 семестр) — дают понимание экономических аспектов управления жизненным циклом.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при освоении следующих элементов образовательной программы:

• **Производственная практика (технологическая)** (Б2.2.1.3, 7 семестр) и **Производственная практика (преддипломная)** (Б2.2.1.4, 8 семестр) — могут включать работу с PLM-системами на предприятии;

• **Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** (Б3.1, 8 семестр) — понимание PLM-концепции позволяет структурировать материалы ВКР и представить их как часть единого информационного пространства предприятия.

Примечание. Дисциплина «Управление жизненным циклом изделия в области энергетического машиностроения» (ФТД.5) является завершающей в цикле факультативных дисциплин, интегрируя знания и навыки, полученные при изучении всех предшествующих дисциплин, и формируя у обучающихся целостное представление о современном подходе к управлению данными об изделии на всех этапах его жизненного цикла, что является важной составляющей подготовки конкурентоспособных специалистов в области энергетического машиностроения.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2 зачетные единицы (72 часа)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	Аудиторные занятия	36	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	—	—
2	Самостоятельная работа	36	36

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет	Зачет	Зачет
	Итого	72	72

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
7 семестр							
1.	Тема 1. Введение в управление жизненным циклом изделия (PLM).	8	4	2	2	—	4
2.	Тема 2. Концепции CALS и PLM. Стандарты управления данными об изделии.	8	4	2	2	—	4
3.	Тема 3. Электронная структура изделия (BOM).	10	5	2	3	—	5
4.	Тема 4. Управление данными об	12	6	3	3	—	6

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	изделии в CAD/PDM/PLM-системах.						
5.	Тема 5. Управление изменениями и конфигурациями изделия.	8	4	2	2	—	4
6.	Тема 6. Управление процессами разработки и проектами.	8	4	2	2	—	4
7.	Тема 7. Интеграция PLM с ERP, MES и другими системами.	8	4	2	2	—	4
8.	Тема 8. Применение PLM-систем в жизненном цикле двигателя.	10	5	3	2	—	5
	Итого за 7 семестр:	**72**	**36**	**18**	**18**	**—**	**36**

3.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в управление жизненным циклом изделия (PLM) (2 часа)

1.1. Понятие жизненного цикла изделия (ЖЦИ) в машиностроении. Стадии ЖЦИ: маркетинговые исследования, проектирование, технологическая подготовка производства, производство, эксплуатация, утилизация.

1.2. Определение PLM (Product Lifecycle Management) как стратегии управления информацией об изделии на всех этапах ЖЦИ.

1.3. Цели внедрения PLM: сокращение времени вывода продукции на рынок, снижение затрат, повышение качества, обеспечение прослеживаемости данных.

1.4. Место дисциплины в сквозном проекте: формирование представления о PLM-системах как инструменте управления данными по проектируемому двигателю на всех этапах его жизненного цикла.

Тема 2. Концепции CALS и PLM. Стандарты управления данными об изделии (2 часа)

2.1. История развития: CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) как предшественник PLM. Цели CALS: безбумажный обмен данными, интеграция информационных потоков.

2.2. Основные стандарты в области PLM: STEP (ISO 10303) — стандарт обмена данными о продукте; AP 239 (PLCS) — поддержка жизненного цикла.
2.3. Стандарты представления 3D-моделей и КД: JT, 3D PDF. Роль нейтральных форматов в обмене данными между различными САПР.
2.4. Международные и российские стандарты по управлению данными об изделии. ГОСТ Р ИСО 10303, ГОСТ 2.051-2013 (Электронные документы).

Тема 3. Электронная структура изделия (BOM) (2 часа)

3.1. Понятие структуры изделия (Bill of Materials — BOM). Виды BOM: Engineering BOM (E-BOM) — конструкторская структура, Manufacturing BOM (M-BOM) — технологическая структура, Service BOM (S-BOM) — эксплуатационная структура.
3.2. Формирование иерархической структуры изделия. Связь между 3D-моделями, чертежами и BOM. Атрибуты элементов структуры (обозначение, наименование, материал, количество, единица измерения).
3.3. Управление конфигурацией изделия через структуру. Понятие «конфигурация» как фиксированный состав и версии компонентов.
3.4. Пример формирования E-BOM для поршневого двигателя: разбивка на сборочные единицы (блок цилиндров, головка блока, коленчатый вал, поршневая группа, системы питания, смазки, охлаждения).

Тема 4. Управление данными об изделии в CAD/PDM/PLM-системах (3 часа)

4.1. Взаимосвязь CAD (Computer-Aided Design), PDM (Product Data Management) и PLM. Роль PDM как ядра PLM-системы.
4.2. Обзор PLM-систем, применяемых в машиностроении. Фокус на Siemens Teamcenter как отраслевой стандарт. Альтернативные решения: ENOVIA (Dassault Systèmes), Windchill (PTC), АСКЛОН-ПОЛИНОМ (российская разработка).
4.3. Основные функциональные возможности Teamcenter: управление данными об изделии, управление документами, управление изменениями, управление проектами, интеграция с CAD-системами (NX, Solid Edge, КОМПАС-3D, SolidWorks).
4.4. Организация электронного архива КД в PLM-системе. Версионирование документов. Права доступа и регламенты утверждения.

Тема 5. Управление изменениями и конфигурациями изделия (2 часа)

5.1. Понятие инжиниринга изменений (Engineering Change Management). Жизненный цикл изменения: инициация, анализ, утверждение, реализация, внедрение.
5.2. Типы изменений: корректирующие (устранение дефектов), адаптирующие (изменение условий эксплуатации), совершенствующие (повышение качества, снижение стоимости).
5.3. Управление конфигурациями (Configuration Management). Понятие базовой линии (Baseline). Фиксация состояния изделия на определенный момент времени (конструкторская базовая линия, производственная базовая линия).
5.4. Механизмы управления версиями компонентов и документов в Teamcenter. Процессы утверждения изменений (Change Order, Change Task).

Тема 6. Управление процессами разработки и проектами (2 часа)

6.1. Управление проектами в PLM. Структура проекта (WBS — Work Breakdown Structure). Назначение ресурсов, планирование сроков.
6.2. Управление рабочими процессами (Workflow). Типовые workflow в процессе проектирования: разработка чертежа, нормоконтроль, утверждение, выпуск.
6.3. Коллективная работа над проектом. Совместный доступ к данным, блокировка редактирования, уведомления о изменениях.
6.4. Связь PLM с системой управления проектами (MS Project, Jira). Формирование отчетности по статусу разработки.

Тема 7. Интеграция PLM с ERP, MES и другими системами (2 часа)

7.1. Понятие ERP (Enterprise Resource Planning) — планирование ресурсов предприятия. Роль ERP в управлении производством, закупками, складом, финансами.
7.2. Передача данных из PLM в ERP: передача E-BOM, спецификаций, технологических процессов для запуска производства.

7.3. MES (Manufacturing Execution System) — система управления производством. Передача технологических инструкций, контроль выполнения операций, сбор данных о качестве.
7.4. Интеграция PLM с системами управления техническим обслуживанием и ремонтами (EAM). Передача S-BOM, регламентов ТОиР в эксплуатацию.

Тема 8. Применение PLM-систем в жизненном цикле двигателя (3 часа)

8.1. Сквозной пример: управление данными по проектированию поршневого двигателя в Teamcenter. Создание структуры изделия (E-BOM), загрузка 3D-моделей и чертежей, назначение атрибутов.
8.2. Управление изменениями в процессе проектирования. Оформление извещения об изменении (ИИ) при доработке конструкции поршневой группы.
8.3. Передача данных в технологическую подготовку производства (формирование M-BOM, разработка маршрутных карт).
8.4. Эксплуатационная документация в PLM: формирование S-BOM, руководства по эксплуатации, ведомости запасных частей.
8.5. Связь с этапом сквозного проектирования: подготовка предложений по организации управления данными для проектируемого двигателя с использованием PLM-подходов.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия (18 часов)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Темы 1, 2	Анализ стадий жизненного цикла двигателя. Ознакомление со стандартами STEP и PLCS. Анализ структуры STEP-файла.	2
2	Тема 3	Построение иерархической структуры изделия (E-BOM) для поршневого двигателя. Сравнение E-BOM, M-BOM и S-BOM на примере узла «поршневая группа».	2
3	Тема 4	Работа в Teamcenter (или демонстрационной версии): создание объекта «деталь», загрузка 3D-модели и чертежа, назначение атрибутов.	2
4	Тема 4	Работа в Teamcenter: формирование структуры изделия (BOM) из CAD-сборки. Анализ корректности отображения иерархии.	2
5	Тема 5	Моделирование процесса управления изменениями: инициация запроса на изменение (ECR) для доработки шатуна. Оформление извещения об изменении (ECO).	2
6	Темы 5, 6	Управление версиями документов. Фиксация базовой линии (Baseline).	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
		Разработка workflow для процесса утверждения чертежа.	
7	Тема 7	Анализ интеграции PLM с ERP: определение состава данных, передаваемых из PLM в ERP для запуска производства.	2
8	Тема 8	Формирование предложений по внедрению PLM-подходов для управления данными сквозного проекта. Подготовка раздела пояснительной записки.	2
9	Все темы	Защита индивидуального задания. Подготовка к зачёту.	2
Итого			**18**

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины «Управление жизненным циклом изделия в области энергетического машиностроения» и выполнении учебных, расчётно-графических и проектных работ необходимо руководствоваться следующими нормативными документами и межгосударственными стандартами, регламентирующими концепции, терминологию и технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции (CALS/PLM-технологии), а также правила оформления технической документации.

Основополагающие стандарты в области CALS/PLM-технологий

ГОСТ Р ИСО 10303 (серия стандартов) «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными» (STEP — Standard for the Exchange of Product model data) — международный стандарт, определяющий технологию представления данных об изделии с целью обмена этими данными и их совместного использования на всех стадиях жизненного цикла продукции. Технология включает все необходимые элементы: от языка описания данных до методов тестирования программных реализаций стандарта .

ГОСТ Р ИСО 10303-1-99 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы» устанавливает общие принципы представления данных об изделии и обмена этими данными в интегрированной информационной среде .

Р 50.1.031-2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции» — рекомендации по стандартизации, устанавливающие основные термины и определения, относящиеся к стадиям жизненного цикла изделия (продукции). Термины обязательны для применения во всех видах

документации и литературы по технологиям непрерывной информационной поддержки жизненного цикла продукции .

Р 50.1.032-2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 2. Применение стандартов серии ГОСТ Р ИСО 10303» — рекомендации по стандартизации, содержащие основные термины и определения, связанные с процессами формирования данных об изделии и обмена этими данными в течение жизненного цикла изделия, регламентированными стандартами серии ГОСТ Р ИСО 10303 .

Стандарты на электронную структуру изделия и управление данными

ГОСТ 2.051-2013 «Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения» устанавливает требования к электронным конструкторским документам, включая электронные чертежи и спецификации, что является основой для формирования электронного архива конструкторской документации в PLM-системах.

ГОСТ 2.053-2013 «Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения» устанавливает требования к формированию электронной структуры изделия (дерева сборки), что соответствует современным подходам к управлению структурой изделия (BOM — Bill of Materials) в PLM-системах.

ГОСТ 2.102-2013 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов» определяет перечень и классификацию конструкторских документов (чертёж детали, сборочный чертёж, чертёж общего вида, спецификация, технические условия и др.), что необходимо для понимания объектов управления в PLM-системах.

Стандарты в области информационной поддержки жизненного цикла

ГОСТ Р 57324-2016 «Энергетическая эффективность. Методы определения приведённой стоимости электроэнергии LCOE для различных типов генерирующих установок» устанавливает методику расчёта нормированной стоимости электроэнергии, что используется при оценке экономической эффективности внедрения PLM-систем и цифровой трансформации предприятий.

Стандарты на эксплуатационную документацию и электронные руководства

ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам» устанавливает общие требования к выполнению текстовых конструкторских документов, включая пояснительные записки, технические условия, паспорта и инструкции по эксплуатации.

ГОСТ 2.610-2006 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» устанавливает правила выполнения эксплуатационных документов, включая руководства по эксплуатации, что важно для понимания формирования S-BOM (Service Bill of Materials).

4.2 Основная литература

Для освоения дисциплины рекомендуется использовать следующую основную литературу, которая охватывает концепции CALS/PLM-технологий, методы управления инженерными данными, электронную структуру изделия, интеграцию CAD/PDM/PLM-систем, а также вопросы цифрового управления жизненным циклом изделия в машиностроении.

1. **Самойлова, Е. М. Интегрированные системы проектирования и управления. Цифровое управление инженерными данными и жизненным циклом изделия : учебное пособие / Е. М. Самойлова. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 283 с. — ISBN 978-5-4497-3420-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/142073.html (дата обращения: 02.08.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.**

В учебном пособии рассмотрена современная система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия ЛОЦМАН:PLM, которая помогает оптимизировать рабочие процессы и уделять больше времени инженерному творчеству и созданию инновационных продуктов. Программная платформа системы ЛОЦМАН позволяет создавать информационные системы для управления данными об изделии с учётом специфики любого машиностроительного предприятия. Издание соответствует требованиям ФГОС ВО к изучению дисциплин «CALS-

технологии», «Интегрированные системы проектирования и управления», «Автоматизация управления жизненным циклом продукции» .

2. **Юрчик, П. Ф. Проектирование и эксплуатация интегрированных автоматизированных систем управления. Лабораторный практикум : учебное пособие / П. Ф. Юрчик, Н. С. Голубкова, Н. В. Гусеница. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-4618-6.**

Пособие содержит теоретические основы и описание основных методов и средств информационной поддержки жизненного цикла объектов транспортного комплекса, в том числе программ для подготовки интерактивных электронных технических руководств и средств создания PDM-систем (систем управления данными об изделии). Рассмотрены основные инструментальные средства создания хранилищ электронной технической документации с использованием PDM STEP Suite, создания структуры изделия с управляемой конфигурацией в PDM-системе, передачи модели изделия между САПР с помощью обменного файла STEP, создания интерактивных электронных технических руководств .

4.3 Дополнительная литература

Для углублённого изучения отдельных разделов дисциплины, расширения кругозора и выполнения самостоятельной работы рекомендуется использовать следующую дополнительную литературу, содержащую сведения о PDM-системах, управлении конфигурациями, стандартах обмена данными и практических аспектах внедрения PLM-технологий.

1. **Барабанов, А. В. Управление данными об изделии в системе 1С:PDM : учебное пособие / А. В. Барабанов, А. М. Нужный, Н. И. Гребенникова, С. Л. Подвальный. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2014. — 149 с.**

Пособие посвящено практическим аспектам управления данными об изделии с использованием системы 1С:PDM. Рассмотрены вопросы создания электронного архива конструкторской документации, управления версиями, организации коллективной работы над проектами .

2. **Бессмертный, О. 1С: Предприятие 8.PDM Управление инженерными данными / О. Бессмертный // САПР и графика. — 2014. — № 5. — С. 104.**

Статья посвящена возможностям системы 1С:PDM для управления инженерными данными, включая интеграцию с CAD-системами, управление структурой изделия и документами, организацию коллективной работы .

3. **Чаусов, В. Н. STEP-стандарты. Единообразное описание и интерпретация данных на различных этапах жизненного цикла изделий / В. Н. Чаусов, И. В. Лебедев, Е. С. Кашинцева // Стандартизация. — 2008. — № 5. — С. 31–35.**

Статья посвящена стандартам STEP (ISO 10303) — международному стандарту, определяющему технологию представления данных об изделии с целью обмена этими данными и их совместного использования на всех стадиях жизненного цикла продукции. Рассмотрены принципы единообразного описания и интерпретации данных на различных этапах жизненного цикла изделий, что является основой для понимания информационной интеграции в PLM-системах .

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Управление разработкой конструкций энергетических установок

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3435

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для освоения дисциплины и выполнения учебных, научно-исследовательских и проектных работ в рамках образовательной программы рекомендуется использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Microsoft Windows – лицензионная операционная система, используемая для обеспечения работы всех учебных компьютеров и персональных устройств в аудиториях университета. Доступна на всех компьютерах университета в рамках лицензионного соглашения. Студенты могут использовать свободно распространяемые альтернативы (Linux, Astra Linux) для выполнения учебных задач.

Microsoft Office – лицензионный пакет офисных приложений, включающий текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, программу для создания презентаций PowerPoint. Используется для оформления расчётно-пояснительных записок, отчётов, презентаций и другой учебной документации. Доступен на компьютерах университета. Свободными аналогами являются LibreOffice и OpenOffice.

КОМПАС-3D – российская система трёхмерного моделирования, широко используемая в отечественном машиностроении. Позволяет выполнять параметрическое моделирование, создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, проводить прочностные расчёты в среде APM FEM. Учебная версия доступна для свободного скачивания на сайте разработчика (https://kompas.ru).

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для успешного освоения образовательной программы и выполнения научно-исследовательских, проектных и выпускных квалификационных работ студентам рекомендуется использовать следующие современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейшая российская электронная библиотека научных публикаций, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Содержит полнотекстовые статьи из научных журналов по энергетическому машиностроению, двигателестроению и смежным отраслям. Позволяет отслеживать публикационную активность и находить актуальные исследования. Доступ открыт с любого компьютера через сеть Интернет по адресу: https://elibrary.ru.

КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. Содержит полнотекстовые научные статьи, в том числе по техническим наукам, энергетическому машиностроению и двигателестроению. Все материалы доступны бесплатно. Адрес ресурса: https://cyberleninka.ru.

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (docs.cntd.ru**)** – бесплатная база нормативных документов, включающая ГОСТы, технические условия, строительные нормы и правила. Удобна для оперативного поиска актуальных стандартов, необходимых при проектировании и расчётах деталей и узлов двигателей. Адрес: https://docs.cntd.ru.

Росстандарт (ФГУП «Стандартинформ») – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Содержит информацию о действующих стандартах, технических регламентах и нормативных документах. Адрес: https://www.gost.ru.

Научная библиотека Московского политехнического университета – электронный каталог библиотеки университета, содержащий информацию о фондах учебной и научной литературы. Доступен с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Адрес: https://lib.mospolytech.ru.

«Известия вузов. Машиностроение» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий статьи по актуальным проблемам машиностроения, включая двигателестроение. Входит в перечень ВАК. Содержит исследования по рабочему процессу ДВС, динамике, прочности и другим направлениям. Адрес: https://izvuzmash.ru.

Объединение сетевых электронных библиотек (СЭБ) – некоммерческое партнёрство, объединяющее научную и учебную литературу вузов — участников проекта. Обеспечивает доступ к учебно-методическим материалам по техническим специальностям. Доступ осуществляется через портал ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com (авторизация по IP-адресам университета или через личный кабинет).

5. Материально-техническое обеспечение

Для успешного освоения дисциплины используется общий аудиторный фонд университета и специализированные аудитории, закреплённые за кафедрой, имеющие следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование специальных помещений	**Оснащённость специальных помещений**
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Компьютерный класс № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Компьютеры и мебель для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-229 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Эффективность освоения дисциплины определяется качеством организации учебного процесса, выбором адекватных форм и методов обучения. Преподавателю необходимо учитывать специфику дисциплины, уровень подготовленности обучающихся и современные образовательные технологии.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- чётко представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- ознакомиться с видами учебной работы и содержанием разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен:

- назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы;
- во вступительной части обосновать место и роль темы, раскрыть её практическое значение, увязать с предыдущим материалом;
- в основной части раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на ключевых категориях, явлениях и процессах, аргументированно обосновывать собственную позицию, приводить примеры, задавать риторические вопросы;
- руководить конспектированием, подчёркивая необходимость фиксации основных положений;

- в заключительной части сформулировать выводы, объявить план следующего занятия, дать рекомендации по подготовке.

При проведении практических (семинарских) занятий рекомендуется:

- обеспечивать активное участие всех студентов, использовать индивидуальные выступления, групповые дискуссии, решение практических задач, разбор кейсов;
- контролировать степень усвоения материала, поощрять самостоятельный поиск информации.

При проведении лабораторных занятий (при наличии) рекомендуется:

- ознакомить студентов с правилами техники безопасности;
- обеспечить понимание цели и задач каждой работы;
- организовать защиту работ с оценкой понимания сущности изучаемых процессов.

При организации самостоятельной работы студентов следует:

- чётко формулировать задания, указывать сроки выполнения;
- обеспечивать необходимыми учебно-методическими материалами;
- осуществлять регулярный контроль выполнения.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации рекомендуется:

- использовать разнообразные формы контроля в соответствии с фондом оценочных средств;
- обеспечить объективность оценивания, руководствуясь установленными критериями;
- своевременно доводить результаты до студентов с указанием ошибок и рекомендаций.

В целях повышения эффективности образовательного процесса рекомендуется использовать:

- мультимедийные презентации для визуализации материала;
- интерактивные методы обучения (деловые игры, дискуссии, разбор кейсов);
- дистанционные образовательные технологии;
- материалы, размещённые в системе дистанционного обучения Московского Политеха (СДО-LMS).

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объёме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке необходимые издания. Доступ к информационным ресурсам организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного устройства через беспроводной доступ.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой с рекомендованными источниками и материалами лекций. Начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно.

Каждый студент должен самостоятельно планировать свою работу, исходя из возможностей и приоритетов. Для плодотворной работы важно организовать постоянное рабочее место, чередовать труд и отдых (перерывы каждые 1–2 часа).

Особое место уделяется консультированию как форме обучения и контроля. Консультирование предполагает взаимодействие между преподавателем и студентами, направленное на разрешение проблем.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется:

- систематически посещать лекции, вести конспект;
- готовиться к практическим занятиям заранее, изучая теорию и выполняя задания;
- при наличии лабораторных работ — выполнять их в соответствии с методическими указаниями, оформлять отчёты и готовиться к защите;
- своевременно выполнять задания для самостоятельной работы;
- активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы;

- использовать СДО-LMS для доступа к материалам и выполнения тестов;
- регулярно проверять свои знания с помощью вопросов для самопроверки.

При подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации рекомендуется:

- повторить теоретический материал по соответствующим разделам;
- выполнить практические задания, аналогичные разобранным на занятиях;
- ознакомиться с критериями оценивания;
- систематизировать материал, составить краткий план ответов;
- при необходимости посетить консультацию преподавателя.

Соблюдение данных рекомендаций позволит качественно освоить учебный материал и успешно пройти все формы контроля.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета.

Дисциплина «Управление жизненным циклом изделия в области энергетического машиностроения» является управленческой (интеграционной) и формирует компетенции УК-1 (способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход), УК-2 (способность определять круг задач и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений) и ОПК-1 (способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения профессиональных задач). Дисциплина знакомит студентов с современными подходами к управлению данными об изделии на протяжении всего жизненного цикла, что необходимо для эффективной работы в условиях цифрового производства.

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов.

По компетенции УК-1 (способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач) проверяются следующие индикаторы достижения компетенции:

- **ИУК-1.1.** Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Данный индикатор формируется через анализ стадий жизненного цикла изделия, выделение ключевых процессов проектирования, технологической подготовки, производства, эксплуатации и утилизации.
- **ИУК-1.2.** Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. Данный индикатор формируется через выполнение обзорных заданий по современным PLM-системам (Siemens Teamcenter, ENOVIA, Windchill, АСКЛОН-ПОЛИНОМ), сравнительный анализ их функциональных возможностей, систематизацию информации о стандартах управления данными об изделии (STEP, PLCS).
- **ИУК-1.3.** Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки. Данный индикатор формируется через обоснование выбора оптимальной PLM-системы для заданного типа предприятия, предложение рациональных вариантов организации управления данными для проектируемого двигателя, оценку эффективности различных подходов к управлению изменениями и конфигурациями.

По компетенции УК-2 (способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений) проверяются следующие индикаторы достижения компетенции:

- **ИУК-2.1.** Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает её достижение. Данный индикатор формируется через формулирование задач по внедрению PLM-подходов для управления данными проектируемого двигателя, определение состава работ по формированию электронной структуры изделия.

• **ИУК-2.2.** Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации. Данный индикатор формируется через анализ взаимосвязей между задачами проектирования, технологической подготовки производства, эксплуатации и утилизации, определение связей между электронными структурами различных типов (E-BOM, M-BOM, S-BOM).

• **ИУК-2.3.** Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учётом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений. Данный индикатор формируется через разработку workflow для процессов утверждения конструкторской документации с учётом требований ЕСКД (правовых норм), выбор оптимальных способов управления версиями и конфигурациями с учётом имеющихся ресурсов.

По компетенции ОПК-1 (способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности) проверяется следующий индикатор достижения компетенции:

• **ИОПК-1.4.** Понимает принципы работы современных информационных технологий и может использовать их для решения задач по разработке, проектированию и испытаниям энергетических установок. Данный индикатор формируется через изучение архитектуры PLM-систем, принципов управления инженерными данными (PDM), методов интеграции CAD/PDM/PLM-систем в единое информационное пространство предприятия, а также через формирование навыков работы с электронным архивом конструкторской документации.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ), направленных на проверку знаний основных концепций PLM, стандартов управления данными, типов электронных структур изделия, функциональных возможностей PDM/PLM-систем, методов управления изменениями и конфигурациями, принципов интеграции PLM с другими системами. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест составляет 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75 процентов заданий (набрано более 15 баллов). Данный метод контроля позволяет оценить сформированность индикаторов ИУК-1.1, ИУК-1.2, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИОПК-1.4 в части теоретических основ управления жизненным циклом изделия.

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно излагать принципы PLM, анализировать структуру изделия, обосновывать выбор методов управления данными, объяснять процессы управления изменениями и конфигурациями. При оценивании учитывается не только содержание ответа, но и качество устной речи, аргументированность суждений, умение вести профессиональную дискуссию и использовать профессиональную терминологию. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным. Данный метод позволяет оценить сформированность индикаторов ИУК-1.1, ИУК-1.2, ИУК-1.3, ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3 и ИОПК-1.4.

Практические занятия

Практические занятия являются основной формой практического обучения. В ходе выполнения практических заданий (анализ стадий жизненного цикла двигателя, построение иерархической структуры изделия, формирование E-BOM, M-BOM, S-BOM, работа в демонстрационной версии PDM/PLM-системы, моделирование процесса управления изменениями, разработка workflow, анализ интеграции PLM с ERP, формирование предложений по внедрению PLM-подходов) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. При выполнении практических заданий оценивается способность студента использовать информационные технологии для управления данными, правильно формировать структуру изделия, соблюдать установленные сроки выполнения заданий. Результаты выполнения практических заданий оформляются в

письменном виде и защищаются студентом в устной форме. Данный метод позволяет оценить сформированность индикаторов ИУК-1.2, ИУК-1.3, ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3 и ИОПК-1.4.

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. В седьмом семестре индивидуальное задание представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с организацией управления данными об изделии для проектируемого двигателя. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра. В процессе выполнения задания студент должен продемонстрировать умение анализировать стадии жизненного цикла, формировать электронную структуру изделия (E-BOM), разрабатывать предложения по организации управления данными на основе PLM-подходов, описывать процессы управления изменениями. Результаты оформляются в виде пояснительной записки объёмом 10-15 страниц и представляются на защите в устной форме с использованием презентации. При оценке учитываются полнота выполнения задания, правильность формирования структуры изделия, обоснованность предложений, качество оформления отчёта, навыки устной презентации результатов и способность отвечать на вопросы. Данный метод позволяет оценить сформированность всех индикаторов компетенций УК-1, УК-2 и ОПК-1.

Зачет

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по завершении изучения дисциплины. Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины, с обязательным выполнением практического задания (формирование структуры изделия, описание процессов управления изменениями, анализ интеграции PLM с ERP). Зачет позволяет комплексно оценить целостность сформированных знаний и умений, а также способность студента применять их для решения профессиональных задач, связанных с управлением данными об изделии в рамках пятого этапа сквозного проекта «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита». На зачете проверяются все индикаторы компетенций УК-1, УК-2 и ОПК-1.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в форме «зачтено» или «не зачтено» как для мероприятий текущего контроля, так и для промежуточной аттестации в форме зачета.

Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

Текущее (рубежное) тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест составляет 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75 процентов заданий теста, то есть набрано более 15 баллов. Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет основными понятиями PLM, знает типы электронных структур изделия, понимает принципы работы PDM/PLM-систем, умеет описывать процессы управления изменениями. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикаторов ИУК-1.1, ИУК-1.2, ИУК-2.1, ИУК-2.2 и ИОПК-1.4 в части теоретических основ управления жизненным циклом изделия.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75 процентов заданий теста, то есть набрано 15 баллов и менее. Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в определении типов BOM, не знает функциональных возможностей PLM-систем, не может описать процессы управления изменениями. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний материала. Студент свободно ориентируется в концепциях CALS и PLM, понимает принципы управления данными об изделии, знает типы электронных структур (E-BOM, M-BOM, S-BOM), понимает принципы работы PDM/PLM-систем, умеет описывать процессы управления изменениями и конфигурациями. Студент способен логично и аргументированно излагать свои мысли, отвечать на уточняющие вопросы, использует профессиональную терминологию. Допускаются отдельные неточности, не искажающие сути ответа.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может объяснить основные концепции PLM, не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией, а также не может связно и понятно выразить свои мысли в устной форме.

Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно и в установленные сроки. Студент продемонстрировал умение анализировать стадии жизненного цикла, строить иерархическую структуру изделия, формировать электронные структуры различных типов, работать в демонстрационной версии PDM/PLM-системы, моделировать процессы управления изменениями, разрабатывать workflow. При защите выполненного задания студент показывает понимание цели и методики выполнения работы, уверенно отвечает на контрольные вопросы, правильно интерпретирует полученные результаты, делает обоснованные выводы. Отчёт оформлен в соответствии с требованиями.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме или выполнил с грубыми ошибками. При защите студент не понимает цели и методики работы, не может ответить на контрольные вопросы, допускает грубые ошибки в интерпретации результатов. Отсутствует отчёт или он оформлен с грубыми нарушениями требований. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в полном объёме и в установленные сроки. Студент демонстрирует понимание принципов PLM, самостоятельно формирует электронную структуру изделия (E-BOM) для проектируемого двигателя, обосновывает иерархическое построение, описывает процессы управления изменениями, разрабатывает обоснованные предложения по организации управления данными на основе PLM-подходов. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, содержит полную и систематизированную информацию, включая схемы структуры изделия и диаграммы процессов. При защите студент логично и аргументированно излагает результаты, отвечает на вопросы, демонстрирует понимание взаимосвязи между PLM-подходами и эффективностью проектной деятельности, а также использует средства информационно-коммуникационных технологий для презентации результатов. Сформированность индикаторов ИУК-1.1, ИУК-1.2, ИУК-1.3, ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3 и ИОПК-1.4 оценивается на пороговом или более высоком уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме (отсутствует структура изделия или описание процессов) или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания принципов PLM, не может сформировать структуру изделия. При защите студент не отвечает на вопросы, не владеет профессиональной терминологией, не использует средства информационно-коммуникационных технологий для презентации результатов. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний и умений, необходимых для формирования компетенций по дисциплине.

Студент свободно ориентируется в концепциях CALS и PLM, знает типы электронных структур изделия, понимает принципы работы PDM/PLM-систем, умеет описывать процессы управления изменениями и конфигурациями, понимает принципы интеграции PLM с ERP и MES. Студент способен логично и аргументированно строить устное высказывание, вести диалог с преподавателем по профессиональной тематике, использует профессиональную терминологию. Ответы на теоретические вопросы в целом правильные, но могут содержать незначительные неточности, не искажающие сути. При выполнении практического задания (формирование структуры изделия, описание процессов управления изменениями, анализ интеграции PLM с ERP) студент демонстрирует понимание методики выполнения работы и способность применять полученные знания для решения конкретной профессиональной задачи. Сформированность индикаторов ИУК-1.1, ИУК-1.2, ИУК-1.3, ИУК-2.1, ИУК-2.2, ИУК-2.3 и ИОПК-1.4 оценивается на пороговом или базовом уровне, что позволяет студенту использовать полученные знания и навыки при выполнении пятого этапа сквозного проекта «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита» и подготовке выпускной квалификационной работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не продемонстрировал достаточного уровня знаний и умений. Допущены существенные ошибки, отсутствует понимание принципов PLM и управления данными об изделии. Студент не может выполнить практическое задание или выполняет его с грубыми ошибками. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Уровень подготовки недостаточен для формирования требуемых компетенций и выполнения этапа сквозного проекта.

Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикаторов компетенций УК-1, УК-2 и ОПК-1. Дисциплина является управленческой (интеграционной) для указанных компетенций.

ИУК-1.1 (анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие) формируется через анализ стадий жизненного цикла изделия, выделение ключевых процессов проектирования, технологической подготовки, производства, эксплуатации и утилизации. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-1.2 (осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию) формируется через выполнение обзорных заданий по современным PLM-системам, сравнительный анализ их функциональных возможностей, систематизацию информации о стандартах управления данными об изделии. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-1.3 (рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи) формируется через обоснование выбора оптимальной PLM-системы для заданного типа предприятия, предложение рациональных вариантов организации управления данными для проектируемого двигателя. Проверяется методами: устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-2.1 (формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта) формируется через формулирование задач по внедрению PLM-подходов для управления данными проектируемого двигателя, определение состава работ по формированию электронной структуры изделия. Проверяется методами: устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-2.2 (определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами) формируется через анализ взаимосвязей между задачами проектирования, технологической подготовки производства, эксплуатации и утилизации, определение связей между электронными структурами различных типов (E-BOM, M-BOM, S-BOM). Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИУК-2.3 (выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учётом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений) формируется через разработку workflow для

процессов утверждения конструкторской документации с учётом требований ЕСКД (правовых норм), выбор оптимальных способов управления версиями и конфигурациями с учётом имеющихся ресурсов. Проверяется методами: устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИОПК-1.4 (понимает принципы работы современных информационных технологий и может использовать их для решения задач по разработке, проектированию и испытаниям энергетических установок) формируется через изучение архитектуры PLM-систем, принципов управления инженерными данными (PDM), методов интеграции CAD/PDM/PLM-систем, а также через формирование навыков работы с электронным архивом конструкторской документации. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и рубежного тестирования, устных опросов, выполнения практических заданий, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также зачета учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине. Дисциплина «Управление жизненным циклом изделия в области энергетического машиностроения» закладывает содержательную основу для последующей профессиональной деятельности, обеспечивая студента знаниями и навыками, необходимыми для эффективного управления данными об изделии в условиях цифрового производства.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

7.3.1.1 Модульная структура дисциплины

Дисциплина изучается в 7-м семестре. Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определенные темы.

Модуль 1 (недели 1–9) — Основы PLM. Электронная структура изделия. Управление данными

Включает темы:

- Тема 1. Введение в управление жизненным циклом изделия (PLM)
- Тема 2. Концепции CALS и PLM. Стандарты управления данными об изделии
- Тема 3. Электронная структура изделия (BOM)
- Тема 4. Управление данными об изделии в CAD/PDM/PLM-системах
- Тема 5. Управление изменениями и конфигурациями изделия

Модуль 2 (недели 10–18) — Управление процессами. Интеграция. Применение PLM

Включает темы:

- Тема 6. Управление процессами разработки и проектами
- Тема 7. Интеграция PLM с ERP, MES и другими системами
- Тема 8. Применение PLM-систем в жизненном цикле двигателя
- Выполнение индивидуального задания

7.3.1.2 Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Основы PLM. Электронная структура изделия. Управление данными

Перечень вопросов для собеседования:

1. Понятие жизненного цикла изделия (ЖЦИ) в машиностроении. Стадии ЖЦИ: маркетинговые исследования, проектирование, технологическая подготовка производства, производство, эксплуатация, утилизация.
2. Определение PLM (Product Lifecycle Management) как стратегии управления информацией об изделии на всех этапах ЖЦИ. Цели внедрения PLM.
3. Место дисциплины в сквозном проекте: формирование представления о PLM-системах как инструменте управления данными по проектируемому двигателю.
4. История развития: CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) как предшественник PLM. Цели CALS: безбумажный обмен данными, интеграция информационных потоков.
5. Основные стандарты в области PLM: STEP (ISO 10303) — стандарт обмена данными о продукте; AP 239 (PLCS) — поддержка жизненного цикла.

6. Стандарты представления 3D-моделей и КД: JT, 3D PDF. Роль нейтральных форматов в обмене данными между различными САПР.
7. Международные и российские стандарты по управлению данными об изделии. ГОСТ Р ИСО 10303, ГОСТ 2.051-2013 (Электронные документы).
8. Понятие структуры изделия (Bill of Materials — BOM). Виды BOM: Engineering BOM (E-BOM) — конструкторская структура, Manufacturing BOM (M-BOM) — технологическая структура, Service BOM (S-BOM) — эксплуатационная структура.
9. Формирование иерархической структуры изделия. Связь между 3D-моделями, чертежами и BOM. Атрибуты элементов структуры (обозначение, наименование, материал, количество, единица измерения).
10. Управление конфигурацией изделия через структуру. Понятие «конфигурация» как фиксированный состав и версии компонентов.
11. Пример формирования E-BOM для поршневого двигателя: разбивка на сборочные единицы (блок цилиндров, головка блока, коленчатый вал, поршневая группа, системы питания, смазки, охлаждения).
12. Взаимосвязь CAD (Computer-Aided Design), PDM (Product Data Management) и PLM. Роль PDM как ядра PLM-системы.
13. Обзор PLM-систем, применяемых в машиностроении. Siemens Teamcenter как отраслевой стандарт. Альтернативные решения: ENOVIA (Dassault Systèmes), Windchill (PTC), АСКЛОН-ПОЛИНОМ (российская разработка).
14. Основные функциональные возможности Teamcenter: управление данными об изделии, управление документами, управление изменениями, управление проектами, интеграция с CAD-системами.
15. Организация электронного архива КД в PLM-системе. Версионирование документов. Права доступа и регламенты утверждения.
16. Понятие инжиниринга изменений (Engineering Change Management). Жизненный цикл изменения: инициация, анализ, утверждение, реализация, внедрение.
17. Типы изменений: корректирующие (устранение дефектов), адаптирующие (изменение условий эксплуатации), совершенствующие (повышение качества, снижение стоимости).
18. Управление конфигурациями (Configuration Management). Понятие базовой линии (Baseline). Фиксация состояния изделия на определенный момент времени (конструкторская базовая линия, производственная базовая линия).
19. Механизмы управления версиями компонентов и документов в Teamcenter. Процессы утверждения изменений (Change Order, Change Task).

Модуль 2. Управление процессами. Интеграция. Применение PLM

Перечень вопросов для собеседования:

1. Управление проектами в PLM. Структура проекта (WBS — Work Breakdown Structure). Назначение ресурсов, планирование сроков.
2. Управление рабочими процессами (Workflow). Типовые workflow в процессе проектирования: разработка чертежа, нормоконтроль, утверждение, выпуск.
3. Коллективная работа над проектом. Совместный доступ к данным, блокировка редактирования, уведомления о изменениях.
4. Связь PLM с системой управления проектами (MS Project, Jira). Формирование отчетности по статусу разработки.
5. Понятие ERP (Enterprise Resource Planning) — планирование ресурсов предприятия. Роль ERP в управлении производством, закупками, складом, finansami.
6. Передача данных из PLM в ERP: передача E-BOM, спецификаций, технологических процессов для запуска производства.
7. MES (Manufacturing Execution System) — система управления производством. Передача технологических инструкций, контроль выполнения операций, сбор данных о качестве.
8. Интеграция PLM с системами управления техническим обслуживанием и ремонтами (EAM). Передача S-BOM, регламентов ТОиР в эксплуатацию.

9. Сквозной пример: управление данными по проектированию поршневого двигателя в Teamcenter. Создание структуры изделия (E-BOM), загрузка 3D-моделей и чертежей, назначение атрибутов.
10. Управление изменениями в процессе проектирования. Оформление извещения об изменении (ИИ) при доработке конструкции поршневой группы.
11. Передача данных в технологическую подготовку производства (формирование M-BOM, разработка маршрутных карт).
12. Эксплуатационная документация в PLM: формирование S-BOM, руководства по эксплуатации, ведомости запасных частей.
13. Связь с этапом сквозного проектирования: подготовка предложений по организации управления данными для проектируемого двигателя с использованием PLM-подходов.
14. Оценка экономической эффективности внедрения PLM-систем. Сокращение времени вывода продукции на рынок, снижение затрат, повышение качества.

7.3.1.3 Рубежный контроль по модулям (тестирование)

Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов).

Пример тестовых заданий (один вариант)

1. **Как расшифровывается аббревиатура PLM?**
2. A) Product Lifecycle Management
3. B) Product Data Management
4. C) Product Lifecycle Maintenance
5. D) Product Line Management

Правильный ответ: A

2. **Какой тип BOM соответствует конструкторской структуре изделия?**
3. A) M-BOM
4. B) E-BOM
5. C) S-BOM
6. D) P-BOM

Правильный ответ: B

3. **Какой стандарт определяет требования к электронным конструкторским документам?**
4. A) ГОСТ 2.105-95
5. B) ГОСТ 2.051-2013
6. C) ГОСТ 2.109-73
7. D) ГОСТ 2.301-68

Правильный ответ: B

4. **Какой документ оформляется для уведомления об изменениях в конструкторской документации?**
5. A) Протокол проверки КД
6. B) Извещение об изменении (ИИ)
7. C) Акт приёмки
8. D) Техническое задание

Правильный ответ: B

5. **Какая система предназначена для управления производственными операциями на уровне цеха?**
6. A) ERP
7. B) PLM
8. C) MES
9. D) CAD

Правильный ответ: C

7.3.1.4 Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с организацией управления данными об изделии для проектируемого двигателя.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Анализ стадий жизненного цикла проектируемого двигателя.** Студент описывает основные стадии ЖЦИ проектируемого двигателя: проектирование, технологическая подготовка производства, производство, эксплуатация, утилизация. Для каждой стадии определяет ключевые данные, подлежащие управлению.
2. **Формирование электронной структуры изделия (E-BOM).** На основе результатов проектирования (3D-модели, чертежи) студент формирует иерархическую структуру изделия (E-BOM) для проектируемого двигателя. Определяет состав сборочных единиц, деталей, покупных изделий. Назначает атрибуты элементов структуры (обозначение, наименование, материал, количество).
3. **Разработка предложений по организации управления данными.** Студент разрабатывает предложения по организации управления данными об изделии на основе PLM-подходов. Определяет: какие данные должны храниться в PLM-системе, как должна быть организована структура хранения, какие процессы управления изменениями необходимо внедрить.
4. **Описание процессов управления изменениями.** Студент описывает типовой процесс управления изменениями для проектируемого двигателя: инициация изменения, анализ, утверждение, реализация, внедрение. Разрабатывает схему workflow для процесса утверждения чертежа.
5. **Подготовка раздела пояснительной записки.** Студент оформляет раздел пояснительной записки, посвящённый управлению жизненным циклом проектируемой силовой установки. Включает описание структуры изделия, предложения по организации управления данными, описание процессов управления изменениями.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объемом 10-15 страниц, включающей:

- титульный лист с указанием темы задания, ФИО студента, группы, руководителя;
- содержание;
- введение с обоснованием актуальности управления данными об изделии;
- основную часть, содержащую анализ стадий ЖЦИ, формирование E-BOM, предложения по организации управления данными, описание процессов управления изменениями;
- графические материалы (схемы структуры изделия, диаграммы процессов);
- заключение с выводами по результатам выполненной работы;
- список использованных источников.

Примерные темы индивидуальных заданий:

1. Формирование электронной структуры изделия (E-BOM) для поршневой группы проектируемого двигателя.
2. Разработка предложений по организации управления данными для проектируемого двигателя с использованием PLM-подходов.
3. Описание процессов управления изменениями при доработке конструкции шатуна.
4. Формирование эксплуатационной структуры изделия (S-BOM) для системы охлаждения двигателя.
5. Разработка workflow для процесса утверждения конструкторской документации на узел двигателя.
6. Анализ интеграции PLM с ERP для проектируемого двигателя: определение состава данных, передаваемых из PLM в ERP.

7. Подготовка раздела пояснительной записи по управлению жизненным циклом для сквозного проекта.

7.3.1.5 Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Основы PLM. Электронная структура изделия. Управление данными

Задание 1. Анализ стадий жизненного цикла для заданного типа двигателя

Для заданного типа двигателя (бензиновый, дизельный, газовый) построить диаграмму жизненного цикла. Определить ключевые данные, создаваемые на каждой стадии. Указать, какие из этих данных должны управляться в PLM-системе.

Задание 2. Ознакомление со стандартами STEP, PLCS. Анализ структуры STEP-файла

Изучить структуру STEP-файла (ISO 10303). Определить назначение основных разделов: HEADER, DATA. Найти в примере STEP-файла описание геометрической модели детали.

Задание 3. Построение иерархической структуры изделия (E-BOM) для поршневого двигателя

Для заданного поршневого двигателя построить иерархическую структуру изделия в виде дерева. Включить основные сборочные единицы: блок цилиндров, головка блока, коленчатый вал, поршневая группа, шатунно-поршневая группа, системы питания, смазки, охлаждения. Определить состав каждой сборочной единицы.

Задание 4. Сравнение E-BOM, M-BOM и S-BOM на примере узла «поршневая группа»

Для узла «поршневая группа» построить три типа структур: конструкторскую (E-BOM), технологическую (M-BOM) и эксплуатационную (S-BOM). Сравнить их состав и содержание атрибутов.

Задание 5. Работа в Teamcenter (или демонстрационной версии): создание объекта «деталь», загрузка 3D-модели и чертежа

В демонстрационной версии Teamcenter (или по видеоматериалам) изучить процесс создания объекта «деталь», загрузки файлов 3D-модели и чертежа, назначения атрибутов (обозначение, наименование, материал).

Задание 6. Работа в Teamcenter: формирование структуры изделия (BOM) из CAD-сборки

В демонстрационной версии Teamcenter изучить процесс импорта сборки из CAD-системы и автоматического формирования структуры изделия (BOM). Анализировать корректность отображения иерархии.

Задание 7. Моделирование процесса управления изменениями: инициация запроса на изменение (ECR) для доработки шатуна

Разработать запрос на изменение (ECR) для доработки шатуна: описать причину изменения, предлагаемые изменения, ожидаемый эффект. Оформить извещение об изменении (ECO).

Задание 8. Управление версиями документов. Фиксация базовой линии (Baseline)

Описать процесс фиксации базовой линии после завершения этапа проектирования поршневой группы. Какие документы входят в базовую линию? Как обеспечивается контроль версий?

Модуль 2. Управление процессами. Интеграция. Применение PLM

Задание 9. Разработка workflow для процесса утверждения чертежа

Разработать схему workflow для процесса утверждения чертежа детали: разработчик → нормоконтроль → руководитель → архив. Определить действия на каждом этапе, условия перехода, ответственных лиц.

Задание 10. Анализ интеграции PLM с ERP: определение состава данных, передаваемых из PLM в ERP для запуска производства

Для запуска производства поршневой группы определить, какие данные должны быть переданы из PLM в ERP. Составить перечень данных: E-BOM, спецификации, технологические процессы, нормативы.

Задание 11. Сравнительный анализ PLM-систем, применяемых в машиностроении

Провести сравнительный анализ Siemens Teamcenter, ENOVIA и Windchill по критериям: функциональные возможности, интеграция с CAD, масштабируемость, стоимость внедрения. Оформить в виде таблицы.

Задание 12. Формирование предложений по внедрению PLM-подходов для управления данными сквозного проекта

Разработать предложения по внедрению PLM-подходов для управления данными по проектируемому двигателю. Определить: какие данные должны храниться, как организовать структуру хранения, какие процессы автоматизировать.

Задание 13. Оценка экономической эффективности внедрения PLM-системы

Для предприятия, производящего двигатели, оценить ожидаемый эффект от внедрения PLM-системы. Учесть: сокращение времени разработки, снижение затрат на исправление ошибок, сокращение времени вывода на рынок.

Задание 14. Комплексное задание: подготовка раздела пояснительной записи по управлению жизненным циклом

На основе выполненных заданий подготовить раздел пояснительной записки по управлению жизненным циклом проектируемого двигателя. Включить: анализ стадий ЖЦИ, структуру изделия, предложения по организации управления данными, описание процессов управления изменениями.

7.3.1.6 Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Результаты освоения дисциплины используются при выполнении выпускной квалификационной работы для формирования электронной структуры изделия, описания процессов управления изменениями и подготовки раздела пояснительной записки, посвящённого управлению жизненным циклом разрабатываемой силовой установки.

7.3.2 Промежуточная аттестация (зачет)

7.3.2.1 Условия допуска к зачету

Студент допускается к сдаче зачета при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех двух рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита всех практических занятий, предусмотренных учебным планом (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта (организация управления данными об изделии) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

7.3.2.2 Структура билета на зачете

Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины. В процессе собеседования студенту может быть предложено выполнить практическое задание (формирование структуры изделия, описание процессов управления изменениями, анализ интеграции PLM с ERP).

Структура собеседования:

- **Теоретический вопрос 1:** из области основ PLM, стандартов управления данными, электронной структуры изделия.
- **Теоретический вопрос 2:** из области управления изменениями, интеграции PLM с другими системами, применения PLM-подходов.
- **Практическое задание:** формирование структуры изделия (BOM), описание workflow, анализ интеграции PLM с ERP.

7.3.2.3 Перечень вопросов для подготовки к зачету

Модуль 1. Основы PLM. Электронная структура изделия. Управление данными

1. Понятие жизненного цикла изделия (ЖЦИ). Стадии ЖЦИ.
2. Определение PLM как стратегии управления информацией об изделии. Цели внедрения PLM.
3. История развития: CALS как предшественник PLM. Цели CALS.
4. Основные стандарты в области PLM: STEP (ISO 10303), AP 239 (PLCS).

5. Стандарты представления 3D-моделей и КД: JT, 3D PDF.
6. Российские стандарты по управлению данными об изделии: ГОСТ Р ИСО 10303, ГОСТ 2.051-2013.
7. Понятие структуры изделия (BOM). Виды BOM: E-BOM, M-BOM, S-BOM.
8. Формирование иерархической структуры изделия. Связь между 3D-моделями, чертежами и BOM.
9. Управление конфигурацией изделия через структуру. Понятие «конфигурация».
10. Пример формирования E-BOM для поршневого двигателя.
11. Взаимосвязь CAD, PDM и PLM. Роль PDM как ядра PLM-системы.
12. Обзор PLM-систем: Siemens Teamcenter, ENOVIA, Windchill, АСКЛОН-ПОЛИНОМ.
13. Основные функциональные возможности Teamcenter.
14. Организация электронного архива КД в PLM-системе. Версионирование документов.
15. Понятие инжиниринга изменений (Engineering Change Management). Жизненный цикл изменения.
16. Типы изменений: корректирующие, адаптирующие, совершенствующие.
17. Управление конфигурациями (Configuration Management). Понятие базовой линии (Baseline).
18. Механизмы управления версиями компонентов и документов. Процессы утверждения изменений.

Модуль 2. Управление процессами. Интеграция. Применение PLM

19. Управление проектами в PLM. Структура проекта (WBS). Назначение ресурсов, планирование сроков.
20. Управление рабочими процессами (Workflow). Типовые workflow в процессе проектирования.
21. Коллективная работа над проектом. Совместный доступ к данным, блокировка редактирования.
22. Связь PLM с системой управления проектами (MS Project, Jira).
23. Понятие ERP (Enterprise Resource Planning). Роль ERP в управлении предприятием.
24. Передача данных из PLM в ERP: передача E-BOM, спецификаций, технологических процессов.
25. MES (Manufacturing Execution System) — система управления производством.
26. Интеграция PLM с системами управления техническим обслуживанием и ремонтами (EAM).
27. Сквозной пример: управление данными по проектированию поршневого двигателя в Teamcenter.
28. Управление изменениями в процессе проектирования. Оформление извещения об изменении (ИИ).
29. Передача данных в технологическую подготовку производства (формирование M-BOM, маршрутные карты).
30. Эксплуатационная документация в PLM: формирование S-BOM, руководства по эксплуатации.
31. Связь с этапом сквозного проектирования: подготовка предложений по организации управления данными.
32. Оценка экономической эффективности внедрения PLM-систем.

7.3.2.4 Примеры практических заданий для зачета

Пример 1. Формирование структуры изделия (E-BOM)

Задание: Для поршневой группы двигателя построить иерархическую структуру изделия (E-BOM). Состав: поршень, поршневой палец, поршневые кольца (2 компрессионных, 1 маслосъёмное). Указать атрибуты для каждого элемента: обозначение, наименование, материал, количество.

Пример 2. Разработка workflow для процесса утверждения чертежа

Задание: Разработать схему workflow для процесса утверждения чертежа детали. Указать этапы: разработка, нормоконтроль, утверждение руководителем, регистрация в архиве. Определить ответственных лиц на каждом этапе, условия перехода, действия при отклонении.

Пример 3. Анализ интеграции PLM с ERP

Задание: Для запуска производства шатуна определить, какие данные должны быть переданы из PLM в ERP. Составить перечень данных: E-BOM, спецификация, технологический процесс, нормативы времени. Обосновать необходимость передачи каждого типа данных.

Пример 4. Описание процесса управления изменениями

Задание: Описать процесс управления изменениями при доработке конструкции шатуна. Указать: кто инициирует изменение, какие документы оформляются, как проходит анализ и утверждение, как реализуется изменение и внедряется в производство. Разработать схему процесса.

Пример 5. Сравнительный анализ типов BOM

Задание: Для поршневой группы двигателя сравнить E-BOM, M-BOM и S-BOM. Указать, чем отличаются эти структуры по составу элементов, атрибутам, назначению. Привести примеры атрибутов, характерных для каждого типа BOM.