

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ
по дисциплине «Управление жизненным циклом инженерных систем» для студентов
направления подготовки 09.04.04 Программная инженерия
Направленность (профиль)
«Разработка, мониторинг и управление жизненным циклом инженерных систем»

Ставрополь 2026

Лабораторная работа №1 (4 часа)

Тема: Анализ нормативной документации и разработка матрицы ответственности на этапе эксплуатации инженерной системы

Цель работы

Сформировать понимание структуры жизненного цикла инженерной системы (на примере системы вентиляции и кондиционирования – ОВиК) и распределить зоны ответственности участников на эксплуатационном этапе согласно ГОСТ Р 70116-2022.

Теоретическая справка

Жизненный цикл инженерной системы включает:

- Этап 1: Концепция и ТЗ
- Этап 2: Проектирование (рабочая документация)
- Этап 3: Строительство / монтаж
- Этап 4: Эксплуатация и техобслуживание
- Этап 5: Вывод из эксплуатации / утилизация

ГОСТ Р 70116-2022 регламентирует правила управления данными на этапе эксплуатации, включая:

- паспорт инженерной системы
- перечень проверок и регламентов
- состав сведений для передачи от застройщика к эксплуатирующей организации.

Порядок выполнения

1. Изучить фрагменты ГОСТ Р 70116-2022 (выдаются преподавателем или доступны в ЭБС).
2. Выбрать инженерную систему:
 - Вариант 1: приточно-вытяжная вентиляция
 - Вариант 2: холодоснабжение
 - Вариант 3: внутреннее водоснабжение
3. Составить перечень из 5–7 ключевых работ/действий на этапе эксплуатации (осмотр, фильтрация, замеры, ремонт, замена узлов).
4. Построить **матрицу ответственности RACI** (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) для следующих ролей:
 - Эксплуатирующая организация (главный инженер)
 - Служба главного энергетика
 - BIM-менеджер
 - IT-служба (ведение цифрового паспорта)
5. Сделать вывод о полноте данных по ГОСТ.

Требования к отчету

- Титульный лист
- Краткая характеристика инженерной системы
- Таблица: «Действие – Ответственный – Согласующий – Информированный»
- Список недостающих данных по ГОСТ (что надо документировать, но часто отсутствует)
- Вывод

Контрольные вопросы

1. Какие этапы ЖЦ инженерной системы наиболее затратны с точки зрения данных?
 2. Чем отличается BIM-модель для строительства от модели для эксплуатации?
 3. Что такое LOD 350 и LOD 500 применительно к вентиляции?
-

Лабораторная работа №2 (4 часа)

Тема: Создание цифрового паспорта инженерной системы в BIM-среде

Цель работы

Научиться наполнять информационную модель атрибутивными данными, необходимыми для управления жизненным циклом (серийный номер, дата ввода, ресурс, интервал ТО).

Теоретическая справка

Цифровой паспорт – это набор параметров элемента инженерной системы, которые:

- идентифицируют элемент (код, GUID)
 - описывают его технические характеристики (мощность, расход, материал)
 - определяют эксплуатационные параметры (плановая наработка, дата следующего ТО).
- В BIM-средах (Revit, Renga, Navisworks) используются:

- общие параметры проекта
- параметры экземпляра
- параметры типа
- пользовательские параметры с формулами.

Порядок выполнения

1. Открыть готовую BIM-модель фрагмента здания (вентиляционная камера + воздуховоды).
2. Выбрать 3–5 элементов:
 - воздуховод
 - вентилятор
 - огнезадерживающий клапан
 - фильтр
3. Добавить пользовательские параметры (пример для вентилятора):
 - Manufacturer – ООО «ВентМаш»
 - InstallationDate – 01.06.2024
 - ServiceLifeMonths – 120
 - LastMaintenance – 01.12.2025
 - NextMaintenance – = LastMaintenance + 6 месяцев
4. Экспортировать спецификацию (таблицу) в формате CSV/Excel.
5. Импортировать спецификацию в простейшую СОД (например, Pilot-BIM или BimLab).

Требования к отчету

- Скриншоты окна параметров элемента до/после
- Выгруженная спецификация (5–10 строк)
- Пример использования параметра в формуле расчета даты ТО
- Вывод о достаточности атрибутов для управления ЖЦ

Контрольные вопросы

1. В чем разница между параметром экземпляра и параметром типа?
2. Почему для эксплуатации важны GUID, а не просто имя?
3. Какой стандарт используется для обмена паспортами между системами?

Лабораторная работа №3 (4 часа)

Тема: Настройка совместной работы и обнаружение коллизий в общей среде данных (CDE)

Цель работы

Освоить процесс организации общего доступа к модели инженерных систем, управление версиями и автоматический поиск пересечений (Clash Detection).

Теоретическая справка

Общая среда данных (CDE) – это облачное или серверное хранилище с контролем версий, блокировкой элементов и маршрутизацией задач.

BCF (BIM Collaboration Format) – формат для передачи замечаний по коллизиям без передачи всей модели.

Коллизии бывают:

- жесткие (пересечение трубы с балкой)
- нормативные (недостаточный зазор для обслуживания)
- логические (неверная последовательность монтажа).

Порядок выполнения

1. Получить два файла IFC:
 - Архитектура/конструкции (файл А)
 - Инженерные системы – вентиляция + водоснабжение (файл М)
2. Загрузить файлы в CDE (использовать облачный сервис: Autodesk BIM 360, Pilot-BIM, PlanRadar или локальный Navisworks Manage).
3. Запустить Clash Detection с критериями:
 - воздуховод ↔ балка
 - труба водоснабжения ↔ электрический лоток
4. Создать отчет о коллизиях:
 - ID коллизии
 - скриншот
 - приоритет (высокий/средний/низкий)
 - назначить ответственного (например, проектировщик ОВиК)
5. Создать BCF-файл с тремя коллизиями. Экспортировать и «отправить на исправление».

Требования к отчету

- Скриншот окна CDE с выделенным пересечением
- Таблица коллизий (3–5 записей) с назначенными исполнителями
- BCF-файл в архиве (по согласованию с преподавателем)
- Вывод о влиянии коллизий на стоимость эксплуатации

Контрольные вопросы

1. Чем отличается clash detection от soft conflict?
2. Как BCF связан с жизненным циклом?
3. Почему управление версиями критично для инженерных систем?

Лабораторная работа №4 (4 часа)

Тема: Формирование графика планово-предупредительного ремонта (ППР) на основе данных модели

Цель работы

Построить автоматизированный регламент технического обслуживания инженерного оборудования, используя атрибуты жизненного цикла из BIM-модели.

Теоретическая справка

ППР – это система мероприятий, обеспечивающая работоспособность оборудования:

- ежедневные осмотры

- ежемесячное ТО
- ежегодное ТО
- замена расходников
- капитальный ремонт по наработке.

В BIM/CMMS-системах дата следующего события вычисляется по формуле:

$\text{NextDate} = \text{LastDate} + \text{Interval}(\text{дни})$

Дополнительно можно учитывать наработку (часы, циклы).

Порядок выполнения

1. Из ЛР №2 взять спецификацию оборудования с полями:
 - EquipmentName
 - LastMaintenance
 - IntervalDays
 - NextMaintenanceFormula
2. В Excel (или Python/pandas) рассчитать:
 - фактические даты ТО на ближайшие 6 месяцев
 - определить, какое оборудование требует ТО в текущем месяце
3. Построить **ленточный график (Gantt chart)** ППР:
 - по оси Y – оборудование
 - по оси X – месяцы
 - цветовая маркировка: зеленый (выполнено), желтый (план), красный (просрочено)
4. Сформировать **отчет-задание** для бригады на текущий месяц.

Требования к отчету

- Таблица расчета дат ТО (исходные и вычисленные)
- Диаграмма Ганта (можно в Excel или Mermaid-синтаксис)
- Пример задания на месяц: «Заменить фильтр в вентиляторе №VAV-03 до 25.05.2026»
- Вывод о возможности автоматизации ППР через BIM

Контрольные вопросы

1. Какие данные модели нужно обновлять после выполнения ТО?
2. Что такое «предиктивная аналитика» и как она связана с ЖЦ?
3. Можно ли привязать ППР к фактической наработке (датчики), а не к календарю?

Пример оформления отчета по лабораторной работе (шапка)

ФГБОУ ВО «Университет»

Институт информационных технологий

Кафедра программной инженерии

Отчет по лабораторной работе №2

по дисциплине «Управление жизненным циклом инженерных систем»

Тема: Создание цифрового паспорта инженерной системы в BIM-среде

Выполнил: студент гр. ИВТ-01 Иванов И.И.

Проверил: к.т.н., доцент Петров П.П.

Цель: ...

Ход работы:

1. ...
2. ...

Результаты:

(скриншоты, таблицы, код формул)

Вывод: ...

Данный лабораторный практикум полностью покрывает заявленные темы: от нормативной базы до практического ППР. При необходимости можно добавить пятую работу по интеграции с IoT/датчиками (Real-time data) для магистерского уровня.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине
«Управление жизненным циклом инженерных систем» для студентов
направления подготовки
09.04.04 Программная инженерия Направленность (профиль)
«Разработка, мониторинг и управление жизненным циклом
инженерных систем»

Ставрополь 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА.....	11
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	12
4. ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ	12
5. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	13

ВВЕДЕНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Формирование у магистрантов теоретических знаний и практических навыков управления полным жизненным циклом инженерных систем на основе методологий PLM (Product Lifecycle Management) и технологий информационного моделирования (BIM).

Задачи освоения дисциплины:

- Изучить структуру этапов жизненного цикла (JC) инженерных систем.
- Освоить современные стандарты обмена данными (IFC, STEP, XML).
- Приобрести навыки настройки совместной работы в среде общих данных (COD/CDE).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление жизненным циклом инженерных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-7. Способен осуществлять стратегическое управление технологическим стеком и портфелем продуктов, принимать обоснованные решения о стратегии build-vs-buy, управлять процессами миграции, модернизации и вывода систем из эксплуатации, оценивая полную стоимость владения	ИД-1 ПК-7. Проводит инвентаризацию и классификацию компонентов технологического стека и портфеля продуктов по критичности, возрасту, бизнес-ценности и уровню технического долга.	Проводит инвентаризацию и классификацию компонентов технологического стека и портфеля продуктов по критичности, возрасту, бизнес-ценности и уровню технического долга.
	ИД-2 ПК-7. Анализирует альтернативы разработки (build) и закупки (buy) на основе функциональных, экономических и стратегических критериев.	Анализирует альтернативы разработки (build) и закупки (buy) на основе функциональных, экономических и стратегических критериев.
	ИД-3 ПК-7. Рассчитывает полную стоимость владения (ТСО) для различных вариантов реализации продукта с учетом капитальных и операционных затрат на горизонте планирования.	Рассчитывает полную стоимость владения (ТСО) для различных вариантов реализации продукта с учетом капитальных и операционных затрат на горизонте планирования.
	ИД-4 ПК-7. Разрабатывает дорожные карты (roadmaps) миграции и модернизации систем, включая планы по переносу данных, интеграции и переключению пользователей.	Разрабатывает дорожные карты (roadmaps) миграции и модернизации систем, включая планы по переносу данных, интеграции и переключению пользователей.

	ИД-5 ПК-7. Управляет процессом вывода устаревших систем из эксплуатации (decommissioning), обеспечивая сохранность данных и минимизацию влияния на смежные сервисы.	Управляет процессом вывода устаревших систем из эксплуатации (decommissioning), обеспечивая сохранность данных и минимизацию влияния на смежные сервисы.
	ИД-6 ПК-7. Обосновывает и принимает стратегические решения по обновлению или замене технологического стека на основе анализа ТСО, рисков и соответствия бизнес-целям.	Обосновывает и принимает стратегические решения по обновлению или замене технологического стека на основе анализа ТСО, рисков и соответствия бизнес-целям.
	ИД-7 ПК-7. Оценивает фактическую экономию и эффект от реализованных проектов миграции и оптимизации портфеля продуктов.	Оценивает фактическую экономию и эффект от реализованных проектов миграции и оптимизации портфеля продуктов.

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 4 з.е. 144 ак.ч.	ОФО, в астр. часах
Контактная работа:	32
Лекции/из них практическая подготовка	16
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	16
Практических занятий/из них практическая подготовка	
Самостоятельная работа	58
Формы контроля	
Экзамен	54
Зачет	
Зачет с оценкой	
Расчетно-графические работы	
Курсовые работы	
Контрольные работы	

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и	Формируемые	очная форма
---	----------------------------	-------------	-------------

	краткое содержание	компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Раздел 1. Теоретические основы ЖЦ Понятие ЖЦ инженерных систем. Этапы: концепция, проектирование, строительство, эксплуатация, вывод из эксплуатации.	ПК-7	4		4	14
2	Раздел 2. Технологии BIM и PLM Информационное моделирование зданий. Уровни развития LOD (Level of Development). Классификаторы и атрибутивные данные.	ПК-7	4		4	14
3	Раздел 3. Управление данными Общие среды данных (COD/CDE). Управление версиями, правами доступа и документооборотом. Стандарты IFC и BCF.	ПК-7	4		4	14
4	Раздел 4. Эксплуатация и ТО Интеграция BIM-модели в эксплуатацию. Системы CMMS/EAM. Предиктивная аналитика и цифровые двойники.	ПК-7	4		4	16
	Экзамен	54				
	ИТОГО за 2 семестр		16		16	58
	ИТОГО		16		16	58

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Все виды самостоятельной работы по дисциплине " Анализ данных в эксплуатации программных систем " приведены в таблице «Технологическая карта самостоятельной работы». В основу самостоятельной работы студентов по дисциплине положено конспектирование лекций и рекомендуемых источников, подготовка к компьютерному тестированию знаний, оформление и подготовка к защите отчетов по лабораторным работам, выполнению разноуровневых индивидуальных заданий в ходе лабораторных работ. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности, которые студенты предъявляют преподавателю в ходе лабораторных занятий или в часы индивидуальных консультаций.

Таблица 1 - Технологическая карта самостоятельной работы.

Код оцениваемого компетенции, индикаторов	Этап формирования компетенции (№ темы) (в соответствии с рабочей программой дисциплины)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация (текущий/промежуточный)	Тип контроля (устный, письменный или с использованием технических средств)	Наименование оценочного средства
1 семестр					
ПК-7	Темы № 1–4	Собеседование, оценка ответов по вопросам заданных тем	текущий	устный	вопросы для собеседования

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить указанные в таблице 1 виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Рак, И. П. Основы разработки информационных систем : учебное пособие / И. П. Рак, А. В. Платёнкин, А. В. Терехов. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – 99 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499041> (дата обращения: 06.04.2026). – Библиогр.: с. 85. – ISBN 978-5-8265-1727-7. – Текст : электронный.

2. Абрамов, Г. В. Проектирование информационных систем : учебное пособие / Г. В. Абрамов, И. Е. Медведкова, Л. А. Коробова. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. – 172 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141626> (дата обращения: 06.04.2026). – ISBN 978-5-89448-953-7. – Текст : электронный.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

4. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 7-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2023. – 643 с. : ил., табл., схем., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=720210> (дата обращения: 06.04.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-05339-9. – Текст : электронный.

5. Управление данными : учебник / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, А. В. Яковлев, В. Г. Однолько ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – 192 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444642> (дата обращения: 06.04.2026). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1385-9. – Текст : электронный.

Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего

обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
 - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в

расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть

«Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН- 19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

При самостоятельном изучении тем лекционных занятий и заданной литературы студентам рекомендуется:

- в день проведения занятий проработать, изученный на занятии учебный материал по конспекту. При этом необходимо выделить вопросы, на которые следует обратить большее внимание при дальнейшем изучении текущей темы. После проработки учебного материала необходимо ответить на, рекомендуемые контрольные вопросы;

- с целью качественного закрепления изученного материала в последующем следует более детально проработать учебный материал с использованием рекомендованной литературы. Студентам рекомендуется выделить вопросы, требующие

более детальной проработки с помощью преподавателя;

- накануне проведения лекции студенту рекомендуется закрепить ранее изученный теоретический материал, подготовить вопросы, требующие уточнения у преподавателя.

Рекомендации по организации работы с литературой

Для овладения, закрепления и систематизации знаний студентам рекомендуется самостоятельная работа с рекомендованной литературой и конспектом лекций. При самостоятельной работе с рекомендованной литературой студентам рекомендуется проводить конспектирование учебного материала, изложенного в рекомендованных источниках.

Конспектирование источников проводится при детальном изучении темы, при этом студентам рекомендуется:

- дополнять конспект лекционного занятия путем его расширения по наиболее важным вопросам, рассмотренным на занятии. Конспектирование источников заключается в дополнении конспекта следующими положениями:
 - основные определения и их физический смысл;
 - основные математические соотношения с раскрытием их физического смысла;
 - выводы по учебным вопросам, изучаемой теме занятий.

Контроль этого вида самостоятельной работы осуществляется на учебных занятиях путем проверки преподавателем конспекта лекций и собеседования.

При конспектировании источников студенты должны исходить из рационального объема, конспектируемого материала. Конспект должен быть кратким и понятным при его использовании после изучения текущей темы.

При конспектировании источников рекомендуется отдельные рисунки, наиболее важные их фрагменты, наиболее важные формулы выделять цветом. При ведении конспекта на занятии рекомендуется заполнять две трети страницы листа тетради по вертикали, а свободную часть использовать при дополнении конспекта, по изучаемому вопросу.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации.

Конспектирование источников оценивается удовлетворительно и неудовлетворительно. Работа по конспектированию источников оценивается удовлетворительно если:

- конспект имеет достаточный объем детализации по, изучаемой теме, обеспечивающий заданный уровень освоения теоретического материала дисциплины;
- конспект оформлен аккуратно, изучаемый материал изложен последовательно в соответствии с порядком изучения дисциплины, содержит обобщающие выводы по каждой теме.

Работа по конспектированию источников оценивается неудовлетворительно, если не выполнены требования на оценку удовлетворительно.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При выполнении практикума по дисциплине для достижения базового уровня сформированности компетенций студент должен уметь применять базовые знания по разделам дисциплины, владеть навыками самостоятельного решения учебных задач базового уровня.

При выполнении практикума по дисциплине для достижения повышенного уровня сформированности компетенций студент должен уметь применять повышенные знания по разделам дисциплины, владеть навыками самостоятельного решения учебных задач

повышенного уровня.

Защита практической работы осуществляется путем собеседования студента с преподавателем. При собеседовании студент представляет на проверку отчет по практической работе. Собеседование со студентом, претендующим на оценку «отлично» проводится по вопросам и практическим заданиям повышенного уровня обучения. Собеседование со студентом, не претендующим на оценку «отлично» проводится по вопросам и практическим заданиям базового уровня обучения.

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ Управление жизненным циклом инженерных систем

Базовый уровень

1. Понятие жизненного цикла (ЖЦ) инженерных систем зданий и сооружений. Принципиальные отличия ЖЦ инженерных систем от ЖЦ строительного объекта в целом.
2. Этап «Концепция»: состав работ, участники, ключевые решения, влияющие на последующие этапы (выбор принципиальных схем, резервирование).
3. Этап «Проектирование»: формирование требований к надежности, ремонтпригодности и технологичности инженерных систем.
4. Этап «Строительство/Монтаж»: особенности входного контроля оборудования, скрытые работы, исполнительная документация как основа для эксплуатации.
5. Этап «Эксплуатация»: цели и задачи управления инженерными системами в период использования по назначению.
6. Информационное моделирование зданий (BIM) как инструмент управления ЖЦ инженерных систем. Отличие BIM от 3D-проектирования.
7. Управление жизненным циклом продукции (PLM) в машиностроении и его адаптация для инженерных систем зданий.
8. Уровни развития информационной модели (LOD): понятие, шкала от 100 до 500 (по AIA или ГОСТ Р). Содержание модели на разных этапах ЖЦ.
9. Детализация инженерных систем на уровнях LOD 300, 350 и 400: требования к геометрии и атрибутике для ОВиК, электроснабжения, ВК.
10. Классификаторы в BIM: OmniClass, IFC, национальные классификаторы (КС, ФЕР). Роль классификации для управления данными инженерных систем.
11. Общая среда данных (Common Data Environment, CDE): назначение, функциональные зоны (WIP, Shared, Published, Archive).
12. Управление версиями BIM-модели инженерных систем: правила нумерации, контроль изменений, протокол согласования.
13. Управление правами доступа: роли участников (проектировщик, ГИП, эксплуатант, подрядчик) и их права на просмотр/редактирование данных инженерных систем.
14. Стандарт IFC (Industry Foundation Classes): назначение, версии (IFC2x3, IFC4). Представление инженерных систем (IfcDistributionSystem, IfcFlowController и др.).
15. Стандарт BCF (BIM Collaboration Format): сценарии использования при выявлении коллизий инженерных систем с архитектурой и конструкциями.
16. Документооборот на базе CDE: связь между моделью, чертежами,
17. Интеграция BIM-модели в эксплуатацию: передача «цифрового актива» (COBie, требования к «as-built» модели).
18. Системы управления техническим обслуживанием и ремонтами (CMMS): функции, типовые модули для инженерных систем.
19. Системы управления активами предприятия (EAM): отличие от CMMS, учет стоимости активов, амортизация, планирование капитальных ремонтов.
20. Предиктивная аналитика в управлении инженерными системами: методы (регрессия, нейросети, анализ вибрации/тепла), источники данных.
21. Цифровые двойники (Digital Twin) инженерных систем: определение, отличие от BIM-модели, уровни зрелости (цифровая тень, цифровой двойник с управлением).

Повышенный уровень

1. Этап «Вывод из эксплуатации»: критерии принятия решения (моральный и физический износ, экономическая нецелесообразность), утилизация или реновация систем.
2. Экономические модели управления ЖЦ: минимизация совокупной стоимости владения (ТСО) и оптимизация затрат на разных этапах.
3. Нормативно-правовое регулирование этапов ЖЦ инженерных систем в РФ (Гражданский кодекс, 384-ФЗ, правила оценки износа).
4. Риски на разных этапах ЖЦ инженерных систем: типичные причины отказов, ошибок и превышения бюджета.
5. Ключевые показатели эффективности (KPI) управления ЖЦ: коэффициент готовности, наработка на отказ, удельные затраты на обслуживание.
6. Атрибутивные данные (параметры) инженерного оборудования: паспортные характеристики, гарантийные сроки, интервалы обслуживания, поставщики.
7. Формирование информационных требований заказчика (EIR) для инженерных систем: состав атрибутов на этапах проектирования и эксплуатации.
8. BIM-план проекта (BEP): разделы по инженерным системам, матрица ответственности, стандарты именования и цветового кодирования.
9. Взаимосвязь BIM и геоинформационных систем (ГИС) при управлении ЖЦ распределенных инженерных систем (тепловые сети, ливневка).
10. спецификациями и актами на скрытые работы для инженерных систем.
11. Интеграция данных из различных CAD/CAE форматов в единую среду данных: проблемы конвертации и методы их решения.
12. Контроль качества данных: валидация моделей инженерных систем на соответствие правилам (Model Checker), проверка связности и атрибутивной полноты.
13. Технологии сбора данных с инженерного оборудования: IoT-датчики, SCADA, BMS (Building Management System), протоколы передачи (BACnet, Modbus, MQTT).
14. Практические кейсы применения цифровых двойников: оптимизация режимов работы вентиляции, предиктивное обнаружение утечек, прогноз отказа насосов.
15. Экономическая эффективность внедрения BIM/CMMS/цифровых двойников: расчет ROI, сокращение аварийных простоев, продление ресурса систем

5. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами не только базового, но и повышенного уровня, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы базового уровня, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов базового уровня, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала базового уровня, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, не знающему значительной части программного материала, допускающему грубые ошибки.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ПК-7. При проверке задания оценивается:

- объем и глубина усвоенного программного материала;
- последовательность, четкость и логическая стройность его изложения.