

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Порохня Андрей Алексеевич

Должность: И.о. директора института перспективной инженерии

Дата подписания: 19.06.2026 14:50:30

Уникальный программный ключ:

990bea3aeec48c23bd8699e48288f8d1960c600

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института
перспективной инженерии канд.
техн. наук, доцент Порохня А.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление жизненным циклом инженерных систем

Направление подготовки
Направленность (профиль)

Год начала обучения
Форма обучения
Реализуется в семестре

09.04.04 Программная инженерия
Разработка, мониторинг и управление
жизненным циклом инженерных систем
2026
очная
2

Разработано

К.э.н., доцент, доцент департамента
цифровых, робототехнических систем и
электроники

Анна Юрьевна Орлова

Ставрополь 2026 г.

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 (ЖС) 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	Управляет процессом вывода устаревших систем из эксплуатации (decommissioning), обеспечивая сохранность

	минимизацию влияния на смежные сервисы.	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 краткое содержание	Формируемые компетенции и индикаторы	очная форма			
			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 жизненного цикла (ЖЦ) инженерных систем зданий и сооружений. Принципиальные отличия ЖЦ инженерных систем от ЖЦ строительного объекта в целом. Этап «Концепция»: состав работ, участники, ключевые решения, влияющие на последующие этапы (выбор принципиальных схем, резервирование). Этап «Проектирование»: формирование требований к надежности, ремонтпригодности и технологичности инженерных систем. Этап «Строительство/Монтаж»: особенности входного контроля оборудования, скрытые работы, исполнительная документация как основа для эксплуатации. Этап «Эксплуатация»: цели и задачи управления инженерными системами в период использования по назначению. Этап «Вывод из эксплуатации»: критерии принятия решения (моральный и физический износ, экономическая нецелесообразность), утилизация или реновация систем. Экономические модели управления ЖЦ: минимизация совокупной стоимости владения (ТСО) и оптимизация затрат на разных этапах. Нормативно-правовое регулирование этапов ЖЦ инженерных систем в РФ (Гражданский кодекс, 384-ФЗ, правила оценки износа). Риски на разных этапах ЖЦ инженерных систем: типичные причины отказов, ошибок и превышения бюджета. Ключевые показатели эффективности (KPI) управления ЖЦ: коэффициент готовности, наработка на отказ, удельные затраты на обслуживание.	ПК-7				
			4		4	14

2	Раздел 2. Технологии BIM и PLM Информационное моделирование зданий (BIM) как инструмент управления ЖЦ инженерных систем. Отличие BIM от 3D-проектирования. Управление жизненным циклом продукции (PLM) в машиностроении и его адаптация для инженерных систем зданий. Уровни развития информационной модели (LOD): понятие, шкала от 100 до 500 (по AIA или ГОСТ Р). Содержание модели на разных этапах ЖЦ. Детализация инженерных систем на уровнях LOD 300, 350 и 400: требования к геометрии и атрибутике для ОВиК, электроснабжения, ВК. Классификаторы в BIM: OmniClass, IFC, национальные классификаторы (КС, ФЕР). Роль классификации для управления данными инженерных систем. Атрибутивные данные (параметры) инженерного оборудования: паспортные характеристики, гарантийные сроки, интервалы обслуживания, поставщики. Формирование информационных требований заказчика (EIR) для инженерных систем: состав атрибутов на этапах проектирования и эксплуатации. BIM-план проекта (BEP): разделы по инженерным системам, матрица ответственности, стандарты именования и цветового кодирования. Взаимосвязь BIM и геоинформационных систем (ГИС) при управлении ЖЦ распределенных инженерных систем (теплосети, ливневка).	ПК-7				
			4		4	14

3	Раздел 3. Управление данными Общая среда данных (Common Data Environment, CDE): назначение, функциональные зоны (WIP, Shared, Published, Archive). Управление версиями BIM-модели инженерных систем: правила нумерации, контроль изменений, протокол согласования. Управление правами доступа: роли участников (проектировщик, ГИП, эксплуатант, подрядчик) и их права на просмотр/редактирование данных инженерных систем. Стандарт IFC (Industry Foundation Classes): назначение, версии (IFC2x3, IFC4). Представление инженерных систем (IfcDistributionSystem, IfcFlowController и др.). Стандарт BCF (BIM Collaboration Format): сценарии использования при выявлении коллизий инженерных систем с архитектурой и конструкциями. Документооборот на базе CDE: связь между моделью, чертежами, спецификациями и актами на скрытые работы для инженерных систем. Интеграция данных из различных CAD/CAE форматов в единую среду данных: проблемы конвертации и методы их решения. Контроль качества данных: валидация моделей инженерных систем на соответствие правилам (Model Checker), проверка связности и атрибутивной полноты.	ПК-7					
			4			4	14

4	Раздел 4. Эксплуатация и ТО Интеграция BIM-модели в эксплуатацию: передача «цифрового актива» (COBie, требования к «as-built» модели). Системы управления техническим обслуживанием и ремонтами (CMMS): функции, типовые модули для инженерных систем. Системы управления активами предприятия (EAM): отличие от CMMS, учет стоимости активов, амортизация, планирование капитальных ремонтов. Предиктивная аналитика в управлении инженерными системами: методы (регрессия, нейросети, анализ вибрации/тепла), источники данных. Цифровые двойники (Digital Twin) инженерных систем: определение, отличие от BIM-модели, уровни зрелости (цифровая тень, цифровой двойник с управлением). Технологии сбора данных с инженерного оборудования: IoT-датчики, SCADA, BMS (Building Management System), протоколы передачи (BACnet, Modbus, MQTT). Практические кейсы применения цифровых двойников: оптимизация режимов работы вентиляции, предиктивное обнаружение утечек, прогноз отказа насосов. Экономическая эффективность внедрения BIM/CMMS/цифровых двойников: расчет ROI, сокращение аварийных простоев, продление ресурса систем	ПК-7				
	Экзамен	54				
	ИТОГО за 2 семестр		16		16	58
	ИТОГО		16		16	58

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»

www.eLibrary.ru - Научная электронная библиотека

www.iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система IPRbooks

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	https://www.garant.ru/
2	http://www.consultant.ru/

Программное обеспечение:

1	
---	--

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. 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, прочитать 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, прочитать 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.

12. 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.