

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И2 Инжиниринг и менеджмент качества

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	2	72	34	17	0	17	38	0	0	38	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра И2 Инжиниринг и менеджмент качества
Тимченко Виктор Владимирович, к.пед.н., доцент, заведующий
кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И2 Инжиниринг и менеджмент качества**

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-94 — Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-94

знания:

Знать:

принципы управления научными данными на всех этапах жизненного цикла исследования;

основные источники научной и технической информации, в том числе цифровые библиотеки,

базы данных и репозитории;

методы поиска, отбора, верификации и оценки достоверности данных;

подходы к структурированию, классификации, хранению и защите данных;

принципы работы с цифровыми средствами обработки, анализа и передачи информации;

основы применения алгоритмов для обработки данных из различных источников.;

умения:

Уметь:

осуществлять поиск, сбор и систематизацию информации и данных из разнородных источников;

анализировать, сопоставлять и интерпретировать данные с использованием цифровых инструментов;

применять алгоритмические подходы к обработке и преобразованию данных;

выбирать оптимальные способы хранения, представления и передачи информации;

использовать результаты анализа данных для решения исследовательских и инженерных задач;

обеспечивать корректность, воспроизводимость и прослеживаемость данных.;

навыки:

Владеть навыками:

работы с цифровыми средствами поиска, управления и анализа данных;

структурирования и каталогизации исследовательской информации;

подготовки данных к дальнейшему использованию, визуализации и представлению результатов;

применения алгоритмов и программных инструментов для обработки данных;

документирования данных и ведения их метаданных;

эффективной передачи информации в научной и профессиональной среде..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ИССЛЕДОВАНИЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ПЛАТФОРМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ)**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ)**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-94
4	7	Раздел 1. Методологические основы управления жизненным циклом и структурой данных изделия. 1. Жизненный цикл изделия. Система управления жизненным циклом изделия Понятие жизненного цикла изделия. Понятия типовой конструкции и серийного экземпляра. Типовой состав и назначение стадий ЖЦ. Модель жизненного цикла. Функции и задачи управления жизненным циклом. Основные технологии управления жизненным циклом. 2. Виды данных, генерируемых на стадиях жизненного цикла изделия. Методы определения со-ответствия Понятие метода определения соответствия. Основные процессы в рамках управления жизненным циклом. Виды данных и их изменение в рамках жизненного цикла изделия. Особенности данных, связанных с расчетами, проектированием, испытаниями и эксплуатацией авиационных и ракетных двигателей. 3. Технологии управления данными. Обзор основных программных и аппаратных средств Понятие управления данными. Жизненный цикл данных. Обзор систем управления данными об изделии. Основные функции PDM/PLM-систем, средства хранения, поиска, обработки и обмена инженерными данными.	25	12	6	6	13	33
4	7	Раздел 2. Комплексные информационные наборы данных по изделию и цифровые модели. 4. Комплексные информационные наборы данных по изделию. Цифровой макет изделия. Понятие цифрового макета. Основные функции. Методы создания цифрового макета. Принципы управления цифровым макетом на стадиях жизненного цикла изделия. Применение цифрового макета при компоновке и проверке интерфейсов узлов двигателя. 5. Комплексные информационные наборы данных по изделию. Цифровой двойник Понятие цифрового двойника. Основные функции. Методы создания цифровых двойников. Виды цифровых двойников, применяемых на стадиях жизненного цикла изделия. Использование цифровых двойников для анализа состояния, прогнозирования и поддержки решений при создании авиационных и ракетных двигателей. 6. Комплексные информационные наборы данных по изделию. Электронное дело изделия Понятие электронного дела изделия. Основные функции. Принципы формирования электронного дела изделия. Виды данных в составе электронного дела. 7. Комплексные информационные наборы данных по изделию. Цифровая «тень» изделия Понятие цифровой «тени». Принципы работы с «большими» данными стендовых испытаний и эксплуатации. Хранение и анализ больших массивов испытательных данных авиационных и ракетных двигателей.	26	13	7	6	13	33
4	7	Раздел 3. Основы системной инженерии, управления требованиями и верификации. 8. Основы системной инженерии. Структура данных изделия Принципы формирования структуры данных изделия. Система требований, функциональный и конструкторский составы изделия. Их взаимосвязь. Учет особенностей многосвязных технических систем в двигателестроении. 9. Основы управления требованиями. Верификация и валидация продукта Роль требований в проектах по созданию сложных технических систем. Основные свойства требований. Жизненный цикл требований. Понятия верификации и валидации требований. Принципы управления требованиями на стадиях жизненного цикла.	21	9	4	5	12	34
Всего за 7 семестр			72	34	17	17	38	100
Всего по дисциплине			72	34	17	17	38	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Методологические основы управления	Практическое занятие 1. Определение состава данных, исходя из стадии жизненного цикла на примере малоразмерного ГТД По заданной стадии жизненного цикла определить состав данных для малоразмерного ГТД. Уточнение состава информации для этапов проектирования, изготовления, испытаний и сопровождения.	3
2	жизненным циклом и структурой данных изделия.	Практическое занятие 2. Определение функционального состава и системы требований к изделию на примере малоразмерного ГТД Определить функциональный состав и схему разукрупнения малоразмерного ГТД. Разработать систему требований на изделие с декомпозицией до узла средствами PLM-системы.	3
3	Раздел 2. Комплексные информационные наборы данных по	Практическое занятие 3. Определение методов установления соответствия. Расчетный и экспериментальный виды анализа Определить методы установления соответствия конструкции изделия принятым требованиям. Выполнить расчетный и экспериментальный анализ характеристик малоразмерного ГТД.	3

4	изделию и цифровые модели.	Практическое занятие 4. Обработка и сопоставление расчетных и экспериментальных данных Выполнить обработку и сопоставление имеющихся расчетных и экспериментальных данных. Опреде-литель адекватность полученных результатов.	3
5	Раздел 3. Основы системной инженерии, управления требованиями и верификации.	Практическое занятие 5. Анализ соответствия изделия требованиям. Наполнение структуры данных в PDM-системе Разместить полученные расчетные и экспериментальные данные в PLM-системе в соответствии со структурой данных и функциональным составом изделия. Выполнить анализ соответствия характери-стик изделия установленным требованиям средствами PLM-системы.	3
6		Практическое занятие 6. Разработка суррогатной модели двигателя на основе расчетных и экс-периментальных данных Выполнить фильтрацию расчетных и экс-периментальных данных. Разработать суррогатную модель средствами ANSYS WB, pSeven или аналогичного программного обеспечения.	2
Всего за 7 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Методологические основы управления жизненным циклом и структурой данных изделия.	1. Составление глоссария по дисциплине Обучающемуся предлагается составить глоссарий основных терминов дисциплины «Управление данными исследований» в объеме не менее 40–50 терминов. Глоссарий должен охватывать ключевые понятия всех разделов курса: жизненный цикл изделия, данные изделия, цифровой макет, цифровой двойник, цифровая тень, электронное дело изделия, управление требованиями, верификация, валидация, PDM/PLM-системы, прослеживаемость данных и др. Для каждого термина необходимо привести краткое определение и, по возможности, пояснение его применения в контексте проектирования авиационных и ракетных двигателей. Итогом выполнения задания является единый терминологический словарь по дисциплине.	3
2		2. Аннотированный список источников по дисциплине Обучающемуся предлагается подготовить аннотированный список из 10–15 источников по тематике дисциплины. В список должны войти нормативные документы, учебные и научные публикации, материалы по цифровому проектированию, управлению данными, системной инженерии, PDM/PLM-технологиям и цифровым моделям изделия. К каждому источнику должна быть приведена краткая аннотация, отражающая содержание работы, ее научную или практическую значимость, а также возможность использования при изучении дисциплины и выполнении практических заданий. Итогом задания является систематизированный обзор источников, полезный для дальнейшей учебной и проектной работы.	4
3		3. Доклад или реферат по одной из тем дисциплины Обучающемуся предлагается подготовить доклад или реферат по одной из ключевых тем курса. Темы могут быть, например, следующими: «Жизненный цикл изделия и управление данными на его стадиях»; «Цифровой двойник авиационного двигателя: назначение и функции»; «Электронное дело изделия как основа информационного сопровождения разработки»; «Управление требованиями в системной инженерии»; «Верификация и валидация расчетных и экспериментальных данных»; «Роль PDM/PLM-систем в проектировании авиационных и ракетных двигателей». Работа должна содержать постановку проблемы, краткий обзор литературы, анализ основных подходов и выводы. Результаты представляются в форме письменного реферата или устного доклада с презентацией.	6
4	Раздел 2.	4. Анализ кейса Предложить обучающемуся рассмотреть учебный	7

	Комплексные информационные наборы данных по изделию и цифровые модели.	кейс, связанный с управлением данными на определенной стадии жизненного цикла изделия. Например: определить, какие данные должны быть доступны при переходе от проектирования к испытаниям или как организовать хранение и согласование результатов расчетов и испытаний. Итогом может быть краткий аналитический отчет с выводами и предложениями.	
5		5. Подготовка схемы или таблицы Обучающемуся можно предложить составить схему жизненного цикла данных изделия либо таблицу сопоставления: «стадия жизненного цикла — виды данных — инструменты управления — результаты».	6
6		6. Сравнительный обзор программных средств Обучающийся может подготовить сравнительный обзор 2–3 программных продуктов, применяемых для управления инженерными данными, создания цифрового макета или ведения электронного дела изделия. В обзоре следует указать назначение программ, функциональные возможности и область применения.	4
7	Раздел 3. Основы системной инженерии, управления требованиями и верификации.	7. Подготовка краткой аналитической записки В рамках этого задания обучающийся анализирует одну из практических проблем управления данными исследований, например: обеспечение прослеживаемости данных, согласование расчетных и экспериментальных результатов, хранение больших массивов испытательной информации. По итогам составляется аналитическая записка с выводами и предложениями.	4
8		8. Разработка мини-проекта Обучающемуся может быть предложено разработать мини-проект по структуре данных изделия для выбранного узла или агрегата двигателя. В работу можно включить перечень данных, их классификацию, связи между ними и возможное отражение в PDM/PLM-среде.	4
Всего за 7 семестр			38

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					ТекК	ДР			ТекК	ДР					ТекК	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. . Управление данными. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. П. А. Созинов, Г. И. Андреев, А. Ю. Мушков. . Цифровые двойники. М.: Радиотехника, 2022, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. Аббясов, В. М. Автоматизация технологических процессов. Промышленные роботизированные комплексы : учебник для вузов / В. М. Аббясов, С. Л. Петухов. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 89 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21971-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/590759>;
2. Куликова, Е. А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков, А. Н. Петровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15213-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567773>;
3. Кузнецов, В. В. Системный анализ : учебник и практикум для вузов / В. В. Кузнецов, А. Ю. Шатраков ; под общей редакцией В. В. Кузнецова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20387-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561607>;
4. Третьяк, Л. Н. Обработка экспериментальных данных: основы теории и практики : учебник для вузов / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев ; под общей редакцией Л. Н. Третьяк. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 212 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08623-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563557>;
5. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности : монография / под ред. А. И. Боровкова. — СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. — 492 с. <https://clck.ru/3TBab4>;
6. Управление данными = Data management: учебное пособие / [И. В. Ильин, О. Ю. Ильяшенко, В. М. Ильяшенко, О. А. Сырых]; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Высшая школа бизнес-инжиниринга. — Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023 (Санкт-Петербург, 2024). — 1 файл (47,5 Мб). — Загл. с титул. экрана. — Доступ по паролю из сети Интернет (чтение, печать). — <URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2/id23-643.pdf>>. — DOI 10.18720/SPBPU/2/id23-643. — Текст: электронный;
7. ГОСТ Р 58300 Управление данными об изделии. Термины и определения <https://docs.cntd.ru/document/1200161751>;
8. ГОСТ Р 57700.21-2024. Компьютерное моделирование в процессах разработки, производства и обеспечения эксплуатации изделий. Термины и определения. <https://docs.cntd.ru/document/1307065840>;
9. urait.ru - электронная библиотечная система;
10. <https://e.lanbook.com/> - электронная библиотечная система "Лань";
11. library.voenmeh.ru/jirbis2 - электронные библиотечные ресурсы университета — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
12. <https://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU;
13. DAMA-DMBOK : свод знаний по управлению данными / DAMA International; перевод с английского Г. Агафонов. — 2-е изд.. — Москва : Олимп-Бизнес, 2023. — 828 с. <https://library.cbr.ru/catalog/lib/books/954333/>.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ИССЛЕДОВАНИЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационные и управляющие системы БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И2 Инжиниринг и менеджмент качества.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-94 Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с организацией, сбором, обработкой, хранением, структурированием, анализом и представлением научно-исследовательских данных, получаемых в процессе проектирования, расчета, испытаний и совершенствования авиационных двигателей и энергетических установок, а также с использованием современных цифровых инструментов для обеспечения достоверности, воспроизводимости, защиты и эффективного обмена результатами исследований.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (17 ч.), практические занятия (17 ч.), самостоятельная работа студента (38 ч).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 72 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 38 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Методологические основы управления жизненным циклом и структурой данных изделия.		
1. Составление глоссария по дисциплине Обучающемуся предлагается составить глоссарий основных терминов дисциплины «Управление дан-ными исследований» в объеме не менее 40–50 терминов. Глоссарий должен охватывать ключевые понятия всех разделов курса: жизненный цикл изделия, дан-ные изделия, цифровой макет, цифровой двойник, цифровая тень, электронное дело изделия, управле-ние требованиями, верификация, валидация, PDM/PLM-системы, прослеживаемость данных и др. Для каждого термина необходимо привести краткое определение и, по возможности, пояснение его применения в контексте проектирования авиационных и ракетных двигателей. Итогом выполнения задания является единый терминологический словарь по дисциплине.	В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. . Управление данными: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-6) П. А. Созинов, Г. И. Андреев, А. Ю. Мушков. . Цифровые двойники: М.: Радиотехника, 2022 (1-2)	3
2. Аннотированный список источников по дисциплине Обучающемуся предлагается подготовить аннотированный список из 10–15 источников по тематике дисциплины. В список должны войти нормативные документы, учебные и научные публикации, материалы по циф-ровому проектированию, управлению данными, системной инженерии, PDM/PLM-технологиям и циф-ровым моделям изделия. К каждому источнику должна быть приведена краткая аннотация, отражающая содержание работы, ее научную или практическую значимость, а также возможность использования при изучении дисципли-ны и выполнении практических заданий. Итогом задания является систематизированный обзор источников, полезный для дальнейшей учебной и проектной работы.		4
3. Доклад или реферат по одной из тем дисциплины Обучающемуся предлагается подготовить доклад или реферат по одной из ключевых тем курса. Темы могут быть, например, следующими: «Жизненный цикл изделия и управление данными на его стадиях»; «Цифровой двойник авиационного двигателя: назначение и функции»; «Электронное дело изделия как основа информационного сопровождения разработки»; «Управление требованиями в системной инженерии»; «Верификация и валидация расчетных и экспериментальных данных»; «Роль PDM/PLM-систем в проектировании авиационных и ракетных двигателей». Работа должна содержать постановку проблемы, краткий обзор литературы, анализ основных подхо-дов и выводы. Результаты представляются в форме письменного реферата или устного доклада с презентацией.		6
Итого по разделу 1		13
Раздел 2. Комплексные информационные наборы данных по изделию и цифровые модели.		

4. Анализ кейса Предложить обучающемуся рассмотреть учебный кейс, связанный с управлением данными на определенной стадии жизненного цикла изделия. Например: определить, какие данные должны быть доступны при переходе от проектирования к испытаниям или как организовать хранение и согласование результатов расчетов и испытаний. Итогом может быть краткий аналитический отчет с выводами и предложениями.	В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. . Управление данными: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6-11)	7
5. Подготовка схемы или таблицы Обучающемуся можно предложить составить схему жизненного цикла данных изделия либо таблицу сопоставления: «стадия жизненного цикла — виды данных — инструменты управления — результаты».		6
Итого по разделу 2		13
Раздел 3. Основы системной инженерии, управления требованиями и верификации.		
6. Сравнительный обзор программных средств Обучающийся может подготовить сравнительный обзор 2–3 программных продуктов, применяемых для управления инженерными данными, создания цифрового макета или ведения электронного дела изделия. В обзоре следует указать назначение программ, функциональные возможности и область применения.	В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. . Управление данными: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (11-19)	4
7. Подготовка краткой аналитической записки В рамках этого задания обучающийся анализирует одну из практических проблем управления данными исследований, например: обеспечение прослеживаемости данных, согласование расчетных и экспериментальных результатов, хранение больших массивов испытательной информации. По итогам составляется аналитическая записка с выводами и предложениями.		4
8. Разработка мини-проекта Обучающемуся может быть предложено разработать мини-проект по структуре данных изделия для выбранного узла или агрегата двигателя. В работу можно включить перечень данных, их классификацию, связи между ними и возможное отражение в PDM/PLM-среде.		4
Итого по разделу 3		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

Раздел 1. Методологические основы управления жизненным циклом и структурой данных изделия

Дайте определение жизненного цикла (ЖЦ) сложного технического изделия согласно ГОСТ. Перечислите основные стадии ЖЦ авиационного двигателя и их краткую характеристику. Что понимается под «структурой данных изделия» и какие виды структур (EBOM, MBOM) вы знаете? В чем заключается концепция PLM (Product Lifecycle Management) и ее отличие от PDM-систем? Каковы основные цели и задачи управления данными об изделии на этапе эскизного проектирования? Раскрой сущность CALS-технологий (ИПИ-технологий) в контексте информационной поддержки изделий. Что такое «единое информационное пространство» (ЕИП) предприятия и каковы принципы его формирования? Опишите роль международных и национальных стандартов (ISO 10303 STEP, серия ГОСТ Р 53394) в управлении данными. Каким образом обеспечивается целостность данных при переходе изделия со стадии разработки на стадию производства? Что такое «конфигурация изделия» и как осуществляется управление изменениями конфигурации? Какие существуют риски информационной безопасности при совместной работе над данными изделия в распределенной среде? Как влияет эффективность управления данными на сокращение сроков вывода двигателя на рынок (Time-to-Market)?

Раздел 2. Комплексные информационные наборы данных по изделию и цифровые модели

В чем заключается принципиальное отличие цифровой модели изделия от традиционного бумажного чертежа? Дайте определение понятию «Цифровой двойник» (Digital Twin) и опишите его типы (прототип, экземпляр). Что такое «Цифровая тень» (Digital Shadow) и как она используется в процессе эксплуатации двигателя? Опишите состав и назначение Электронного дела изделия (e-Dossier). Какова роль цифрового макета (DMU — Digital Mock-Up) при анализе собираемости двигателя? Какие данные входят в «мастер-геометрию» изделия и кто является ее владельцем в КБ? Как организуется хранение и визуализация больших массивов данных, полученных в ходе натурных испытаний? Опишите концепцию «безбумажного производства» и ее связь с наборами данных по изделию. Каким образом цифровые модели помогают в оценке надежности и долговечности деталей ГТД? Что такое метаданные и почему они критически важны для поиска и идентификации инженерных объектов? В чем преимущества использования нейтральных форматов данных (STEP, JT) при обмене моделями между контрагентами? Как осуществляется синхронизация данных между расчетными моделями (CAE) и конструкторскими

моделями (CAD)?

Раздел 3. Основы системной инженерии, управления требованиями и верификации

Сформулируйте основные принципы системной инженерии применительно к проектированию двигателей летательных аппаратов.

Что такое «требование» к изделию и какими атрибутами оно должно обладать (атомарность, проверяемость и др.)?

Опишите процесс декомпозиции требований от уровня системы (двигатель) до уровня компонентов (лопатка, вал).

Разъясните принципы работы V-образной модели (V-diagram) в процессе разработки и испытаний. В чем разница между процессами верификации (Verification) и валидации (Validation)?

Что такое «матрица прослеживаемости требований» (Requirements Traceability Matrix) и зачем она нужна?

Каким образом осуществляется управление изменениями требований на поздних стадиях проектирования?

Опишите методы верификации сложных математических моделей (сопоставление данных, кросс-верификация).

Как системная инженерия помогает в управлении рисками при создании инновационных двигателей?

Что такое MBSE (Model-Based Systems Engineering) и каковы преимущества этого подхода перед документо-ориентированным?

Какую роль играют интерфейсы (Interface Management) в сборке сложных систем и как управляются данные об интерфейсах?

Каким образом результаты верификации влияют на принятие решения о допуске изделия к серийному производству?

Зачет

Критерии оценивания:

Зачтено - обучающийся продемонстрировал знание изучаемого материала по крайней мере на базовом уровне, в основном владеет понятийным аппаратом дисциплины, может решать по крайней мере типовые задачи, выполнил все задания на практических занятиях и задания инвариантной и вариативной самостоятельной работы.

Не зачтено - обучающийся не продемонстрировал знание изучаемого материала по крайней мере на базовом уровне, не показал общее владение понятийным аппаратом дисциплины, не может решать типовые задачи, выполнил не все задания инвариантной и вариативной самостоятельной работы и/или допустил при этом грубые ошибки.

Примерные вопросы для зачета:

Дайте определение жизненного цикла изделия и перечислите его основные стадии.

Что понимается под управлением данными изделия в процессе его жизненного цикла?

В чем заключается значение единого информационного пространства предприятия?

Раскройте сущность CALS- и PLM-подходов к управлению данными.

Чем отличаются PDM- и PLM-системы?

Что такое электронное дело изделия и каково его назначение?

Какие данные входят в состав информационного сопровождения изделия?

Что представляет собой цифровая модель изделия?

В чем отличие цифровой модели, цифрового макета и цифрового двойника?

Для чего используется цифровой макет при проектировании и подготовке производства?

Что такое цифровая тень изделия?

Как осуществляется управление требованиями в процессе разработки изделия?

Что такое прослеживаемость требований и данных?

В чем состоит различие между верификацией и валидацией?

Какие методы используются для верификации инженерных данных и моделей?

Что такое системная инженерия и какова ее роль в создании сложных технических изделий?

Какие принципы лежат в основе model-based systems engineering?

Что такое конфигурация изделия и зачем необходимо управлять конфигурацией?

Какие виды инженерных данных сопровождают изделие на стадиях проектирования, изготовления и испытаний?

Как обеспечивается актуальность и непротиворечивость данных изделия?

Что такое аннотированные источники и как они используются в учебной и проектной работе?

Какие требования предъявляются к составлению глоссария по дисциплине?

В чем заключается роль нормативной и технической документации в управлении данными изделия?

Какие проблемы возникают при обмене данными между участниками жизненного цикла изделия?
Как цифровые технологии влияют на сокращение сроков разработки и повышения качества изделия?

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-94	
4	7	Раздел 1. Методологические основы управления жизненным циклом и структурой данных изделия.	25	12	6	6	13	33	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Комплексные информационные наборы данных по изделию и цифровые модели.	26	13	7	6	13	33	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 3. Основы системной инженерии, управления требованиями и верификации.	21	9	4	5	12	34	Вопросы для текущего контроля
Всего за 7 семестр			72	34	17	17	38	100	
Всего по дисциплине			72	34	17	17	38	100	

ПК-94 - Способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность стадий жизненного цикла изделия при создании авиационного двигателя.

- а) Эксплуатация
- б) Техническое проектирование
- в) Формирование требований
- г) Испытания
- д) Изготовление
- е) Эскизное проектирование

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность действий при работе с инженерными данными в процессе испытаний двигателя.

- а) Обработка и фильтрация экспериментальных данных
- б) Формирование протокола испытаний
- в) Сбор данных с измерительных систем
- г) Анализ соответствия результатов требованиям
- д) Передача данных в PLM/PDM-систему

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что понимается под управлением данными изделия в PLM-системе?

- а) Только хранение чертежей в электронном архиве
- б) Комплекс процессов по созданию, хранению, изменению, поиску и обмену данными на всех стадиях жизненного цикла изделия
- в) Только расчет прочности деталей двигателя
- г) Только оформление отчетов по испытаниям
- д) Только передача данных между подразделениями предприятия

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какое утверждение наиболее точно описывает цифровой двойник изделия?

- а) Это бумажный комплект конструкторской документации
- б) Это набор архивных данных об изделии без возможности анализа
- в) Это виртуальная модель, отражающая состояние, поведение и изменения изделия на основе расчетных и экспериментальных данных
- г) Это только 3D-модель без информации о свойствах и параметрах
- д) Это схема производственного процесса без связи с конструкцией

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что является основной целью верификации в процессе разработки авиационного двигателя?

- а) Подтвердить, что изделие соответствует исходным требованиям и расчетным моделям
- б) Определить стоимость серийного производства
- в) Выбрать цвет корпуса двигателя
- г) Упростить хранение документов в архиве
- д) Сократить количество сотрудников в проектной группе

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите три основных элемента, которые составляют основу «цифрового двойника» (Digital Twin) авиационного двигателя на этапе его испытаний и эксплуатации:

1. Математические и физические модели рабочих процессов.
2. Бумажный архив конструкторской документации.
3. Данные с датчиков системы управления и контроля (цифровая тень).
4. План маркетингового продвижения двигателя.
5. Методы прогнозной аналитики и машинного обучения для оценки состояния.
6. Отчет о финансовой прибыли предприятия-изготовителя.
7. Список кадрового состава испытательного стенда.

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое жизненный цикл изделия в контексте проектирования авиационного двигателя и как на разных его стадиях изменяются состав и назначение инженерных данных?

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем заключается различие между цифровым макетом, цифровым двойником и цифровой тенью изделия, и какое значение эти понятия имеют при проектировании авиационного двигателя?

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между понятиями и их определениями.

Понятия:

1. Жизненный цикл изделия
2. Цифровой двойник
3. Цифровой макет
4. Верификация

Определения: А. Проверка соответствия результатов разработки установленным требованиям

В. Виртуальная модель изделия, используемая для анализа компоновки и структуры

С. Совокупность стадий существования изделия от разработки до утилизации

Д. Информационная модель, отражающая состояние и поведение изделия на основе данных

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между видами данных и стадиями жизненного цикла изделия.

Виды данных:

1. Требования к изделию
2. Результаты стендовых испытаний
3. Конструкторская документация
4. Эксплуатационные данные

Стадии жизненного цикла: А. Эксплуатация

В. Проектирование

С. Испытания

Д. Изготовление

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие три функции являются приоритетными для PDM-системы (Product Data Management) при проектировании сложной технической системы, такой как ГТД?

1. Хранение и управление версиями электронных моделей и чертежей.
2. Проведение натурных огневых испытаний двигателя.
3. Управление электронным составом изделия (структурой изделия).
4. Прямое управление плавильными печами в литейном цехе.
5. Обеспечение безопасного коллективного доступа к инженерным данным.
6. Расчет рыночной стоимости билетов на рейсы с данным двигателем.
7. Формирование стратегии развития системы высшего образования.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите три характеристики, которые являются обязательными свойствами качественно сформулированного «требования» к узлу авиационного двигателя в системной инженерии:

1. Непротиворечивость (отсутствие конфликтов с другими требованиями).
2. Художественная выразительность описания.

3. Верифицируемость (возможность проверки выполнения требования).
4. Отражение личного мнения конструктора без ссылок на расчеты.
5. Однозначность (исключение двойного толкования).
6. Избыточность (дублирование информации в разных разделах).
7. Обязательное наличие исторической справки о подобных узлах.