

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Основы системного инжиниринга
по направлению:	Наукоёмкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки:	Прикладной системный инжиниринг центр "Высшая школа системного инжиниринга МФТИ" кафедра системного инжиниринга
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 102 всего, в том числе:

лекции: 51 час.

семинары: 51 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 48 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 5

Программу составил: А.А. Романов, д-р техн. наук, профессор, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры системного инжиниринга 05.04.2024

Аннотация

В дисциплине рассматриваются ключевые аспекты системного инжиниринга, такие как формирование технических, стоимостных и квалификационных требований к системе, определение основных компонентов системы и их взаимосвязей, использование отраслевых стандартов и государственных требований, выбор показателей эффективности и их использование при принятии проектных решений, технико-экономическое обоснование. Дисциплина знакомит с разработкой проектной / конструкторской документацией и ее согласованием, основами проектирования и прототипирования. Изучается разработка прототипа/макетных образцов.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- ознакомление с основными фазами процесса разработки новых высокотехнологичных продуктов (на примере космической техники) до передачи в серийное производство, изучение методологии реализации соответствующих этапов жизненного цикла изделия.

Задачи дисциплины

- Определить место системной инженерии в бизнес-процессах предприятия.
- Представить содержание этапов создания нового продукта на стадии разработки.
- Изучить подходы системной инженерии при решении конкретных задач реализации проекта, технологии параллельного инжиниринга, управления процессом разработки.
- Формализовать результаты этапов на фазе принятия решения о переходе разработки на очередную ступень жизненного цикла (система гейтов).
- Уточнить понятия верификации и валидации продукта, роль управления конфигурацией.
- Ознакомить с набором необходимых документов проекта системного инженера и задачами периодических обзоров по графику разработки продукта.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Умеет применять системный подход в процессе исследования проблемных ситуаций, возникающих в процессе профессиональной деятельности
	УК-1.3 Владеет методологией системного анализа, алгоритмами разработки стратегических решений в конкретных ситуациях
ПК-1 Способен разрабатывать и реализовывать инновационные технологические проекты, нацеленные на создание и освоение новой наукоемкой продукции	ПК-1.1 Знает основные фазы жизненного цикла разработки и создания, а также стадии процесса проектирования сложного инновационного наукоемкого продукта
	ПК-1.2 Умеет планировать производство и реализацию продукта на всех стадиях его жизненного цикла; осуществлять маркетинговое продвижение - инновационных продуктов
	ПК-1.3 Умеет управлять требованиями к новым продуктам

	ПК-1.4 Владеет методами планирования и разработки технологических проектов, нацеленными на реализацию и выведение на рынок новых наукоемких продуктов
ПК-2 Способен разрабатывать новые технологические регламенты и внедрять их с учётом требований качества и оптимизации	ПК-2.1 Владеет методиками разработки новых технологических регламентов с учётом требований качества и оптимизации
	ПК-2.2 Умеет самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта
	ПК-2.3 Использует нормативную документацию для стандартизации принятых решений унификации разработанных изделий
	ПК-2.4 Способен самостоятельно совершенствовать разрабатываемый проект и (или) изделие
ПК-7 Способен эффективно использовать организационно-управленческие знания и навыки при выполнении технологических проектов	ПК-7.1 Знает теорию и владеет методами запуска и управления технологическими проектами для эффективного достижения целей проекта в рамках утвержденных заказчиком требований бюджета и сроков
	ПК-7.2 Владеет методами планирования, организации исполнения, контроля, анализа отклонений и коррекции исполнения технологических проектов
ПК-8 Способен подготовить технический отчет и другую необходимую техническую документацию с оценкой эффективности, в том числе экономической, планируемых и принятых научно-технических и управленческих решений	ПК-8.1 Знает правила подготовки технических отчетов и другой необходимой технической документации с оценкой эффективности, в том числе экономической, планируемых и принятых научно-технических и управленческих решений
	ПК-8.2 Владеет навыками использования специальных компьютерных программ для подготовки и презентации технических отчетов и другой необходимой технической документации с оценкой эффективности, в том числе экономической, планируемых и принятых научно-технических и управленческих решений

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Методологию системно-инженерного подхода и его место в общей структуре бизнес-процессов организации.

уметь:

- Проводить планирование процессов системной инженерии при разработке продукта, анализ, синтез, валидацию продукта, строить архитектуру системы, декомпозировать объект разработки, принимать решения в ходе реализации проекта, организовать проведение обзоров проекта и документирование результатов работ.

владеть:

- Основными навыками системного инженера и методологией разработки новых продуктов в объеме, достаточном для начала самостоятельной деятельности над конкретным проектом разработки изделий.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самост.

		лекции	семинары	лаборат. работы	работа
1	Основные понятия	6	10		8
2	Анализ системы	9	8		10
3	Синтез нового продукта	19	16		12
4	Техническая экспертиза	17	17		18
Итого часов		51	51		48
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 5 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Основные понятия

1.1. Общие положения системного инжиниринга.

1.2. Жизненный цикл проекта создания технической системы.

2. Анализ системы

2.1. Замысел системы, исходные данные на разработку.

2.2. Требования как основа проектирования систем.

2.3. Функциональный анализ, архитектура и иерархия систем.

3. Синтез нового продукта

3.1. Синтез технической системы, структура набора работ .

3.2. Основные принципы и методы проектирования систем.

3.3. Валидация и верификация системного проектирования.

3.4. Уровни технологической готовности.

3.5. Надежность технической системы.

4. Техническая экспертиза

4.1. Управление проектом.

4.2. Техническая экспертиза.

4.3. Работа в команде проекта.

4.4. Параллельное проектирование технических систем.

4.5. Модельно-ориентированный (MBSE) системный инжиниринг.

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

- Персональный компьютер преподавателя (ноутбук) с установленным Microsoft Office.
- Проектор, экран (или плазменная панель большого формата).
- Флипчарт, блокноты к флипчарту, комплекты цветных маркеров для флипчарта.
- Обеспечение самостоятельной работы: компьютер с установленным Microsoft Office и доступом в интернет.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Системная разработка космической техники [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 : учеб. пособие для вузов / А. А. Романов ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2015 .— 288 с.
2. Системная разработка космической техники [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие для вузов / А. А. Романов ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2015 .— 239 с.
3. Модельно-ориентированный системный инжиниринг 2.0 / В. В. Кондратьев. – Москва: МФТИ, 2021. – Электронная копия доступна онлайн

Рекомендуемая литература для самостоятельного изучения

1. Прикладной системный инжиниринг / Романов А. А. М.: Физматлит, 2015. — 558 с.
2. Системноинженерное мышление: учебник/ А.Левенчук. М.: МФТИ, 2015, 305 с.

Дополнительная литература

1. Выход из кризиса, Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Э. Деминг . — Москва, Альпина паблишер, 2016.— URL: <https://e.lanbook.com/book/95630> (дата обращения: 10.02.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

Рекомендуемая литература для самостоятельного изучения

1. Исикава Каору ""Японские методы управления качеством"". М.: ""Экономика"", 1988."

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. BKCASE Guide to Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK v.0.5, 2011)
https://sebokwiki.org/w/images/sebokwiki-farm!w/5/50/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_Part_1.pdf
2. NASA Systems Engineering Handbook, 2007
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf
3. MITRE Systems Engineering Guide, 2011
<https://www.mitre.org/sites/default/files/publications/se-guide-book-interactive.pdf>
4. SEVOCAB: Software and Systems Engineering Vocabulary.
https://pascal.computer.org/sev_display/index.action
5. Электронная библиотека МФТИ: <http://books.mipt.ru/>
6. Электронно-библиотечная система "Лань": <https://e.lanbook.com/>
7. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>
8. Научная Электронная Библиотека eLibrary: <https://www.elibrary.ru/>
9. Журналы издательства Кембриджского университета: <https://www.cambridge.org/core>

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

На практических занятиях используются различные технологии: мультимедийные презентации, работа с персональными компьютерами, использование различных ресурсов сети Интернет.

Информационные технологии:

- проверка выполнения заданий и консультирование на платформе LMS - СДО Высшей школы системного инжиниринга МФТИ;
- проведение лекций и практических занятий с использованием мультимедийных технологий.

Программное обеспечение

- платформа LMS - СДО Высшей школы системного инжиниринга МФТИ:
<http://lms.se.mipt.ru/login/index.php>;
- программы Zoom/Skype для проведения занятий;
- программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет (Google Chrome, Rambler, Yandex);
- программы, обеспечивающие демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»);
- программы для работы на компьютере («Microsoft Office»).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В программе дисциплины приведено примерное распределение времени, необходимого для работы обучающегося над темами дисциплины.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающемуся необходимо:

- посещать лекции;
- посещать практические занятия, конспектировать материал;
- выполнять задания, задаваемые преподавателем;
- самостоятельно прорабатывать все материалы, публикуемые в СДО по данной дисциплине;
- принимать активное участие в обучающих играх и решать кейсы по дисциплине, которые вносят вклад в изучение дисциплины, а также в итоговую оценку по данной дисциплине.

Возможен промежуточный контроль знаний обучающихся в виде оценивания участия каждой команды в обучающих играх.

При затруднениях с пониманием материала следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Успешное освоение дисциплины требует напряжённой самостоятельной работы обучающегося.

Руководство и контроль за самостоятельной работой обучающегося осуществляется посредством оценивания решения кейсов в группах и в СДО.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Научноёмкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки: Прикладной системный инжиниринг
Центр "Высшая школа системного инжиниринга МФТИ"
кафедра системного инжиниринга
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Разработчик: А.А. Романов, д-р техн. наук, профессор, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Умеет применять системный подход в процессе исследования проблемных ситуаций, возникающих в процессе профессиональной деятельности
	УК-1.3 Владеет методологией системного анализа, алгоритмами разработки стратегических решений в конкретных ситуациях
ПК-1 Способен разрабатывать и реализовывать инновационные технологические проекты, нацеленные на создание и освоение новой наукоемкой продукции	ПК-1.1 Знает основные фазы жизненного цикла разработки и создания, а также стадии процесса проектирования сложного инновационного наукоемкого продукта
	ПК-1.2 Умеет планировать производство и реализацию продукта на всех стадиях его жизненного цикла; осуществлять маркетинговое продвижение - инновационных продуктов
	ПК-1.3 Умеет управлять требованиями к новым продуктам
	ПК-1.4 Владеет методами планирования и разработки технологических проектов, нацеленными на реализацию и выведение на рынок новых наукоемких продуктов
ПК-2 Способен разрабатывать новые технологические регламенты и внедрять их с учётом требований качества и оптимизации	ПК-2.1 Владеет методиками разработки новых технологических регламентов с учётом требований качества и оптимизации
	ПК-2.2 Умеет самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта
	ПК-2.3 Использует нормативную документацию для стандартизации принятых решений унификации разработанных изделий
	ПК-2.4 Способен самостоятельно совершенствовать разрабатываемый проект и (или) изделие
ПК-7 Способен эффективно использовать организационно-управленческие знания и навыки при выполнении технологических проектов	ПК-7.1 Знает теорию и владеет методами запуска и управления технологическими проектами для эффективного достижения целей проекта в рамках утвержденных заказчиком требований бюджета и сроков
	ПК-7.2 Владеет методами планирования, организации исполнения, контроля, анализа отклонений и коррекции исполнения технологических проектов
ПК-8 Способен подготовить технический отчет и другую необходимую техническую документацию с оценкой эффективности, в том числе экономической, планируемых и принятых научно-технических и управленческих решений	ПК-8.1 Знает правила подготовки технических отчетов и другой необходимой технической документации с оценкой эффективности, в том числе экономической, планируемых и принятых научно-технических и управленческих решений
	ПК-8.2 Владеет навыками использования специальных компьютерных программ для подготовки и презентации технических отчетов и другой необходимой технической документации с оценкой эффективности, в том числе экономической, планируемых и принятых научно-технических и управленческих решений

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы системного инжиниринга» обучающийся должен:

знать:

- Методологию системно-инженерного подхода и его место в общей структуре бизнес-процессов организации.

уметь:

- Проводить планирование процессов системной инженерии при разработке продукта, анализ, синтез, валидацию продукта, строить архитектуру системы, декомпозировать объект разработки, принимать решения в ходе реализации проекта, организовать проведение обзоров проекта и документирование результатов работ.

владеть:

- Основными навыками системного инженера и методологией разработки новых продуктов в объеме, достаточном для начала самостоятельной деятельности над конкретным проектом разработки изделий.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры заданий текущего контроля.

Задание "Смартфон":

Распишите требования, функции, а также изобразите архитектуру обычного сотового телефона и смартфона.

Ответ предоставьте в формате word.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится письменно в форме Итогового задания на тему "ТЗ на ВКР":

Напишите ТЗ (ГОСТ 15.101-98) на вашу ВКР (выпускную квалификационную работу). Ответ предоставьте в формате word.

Критерии оценивания

Оценка «отлично» (10,9,8) выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

Оценка «хорошо» (7,6,5) выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

Оценка «удовлетворительно» (4,3) выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

Оценка «неудовлетворительно» (2,1) выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка качества освоения дисциплины проводится по десятибалльной системе по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (экзамен). Текущий контроль успеваемости предполагает систему коллективных и индивидуальных аналитических, творческих и проектных заданий для самостоятельной работы и контроль посещаемости практических занятий. Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в форме письменной итоговой работы (время подготовки – 10 часов).

Во время выполнения итогового задания разрешается пользоваться вспомогательной литературой по дисциплине.