

**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:	Практики системной инженерии
по направлению:	Фотоника и оптоинформатика
профиль подготовки:	Фотоника, квантовые технологии и двумерные материалы Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра технологического предпринимательства
курс:	1
квалификация:	магистр

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

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

А.И. Левенчук

М.А. Бухарин, канд. физ.-мат. наук

И.А. Бурдин

Программа обсуждена на заседании кафедры технологического предпринимательства 08.04.2022

Аннотация

Курс посвящён таким практикам системной инженерии, как инженерия архитектуры системы, а также практикам управления жизненным циклом, управления версиями и конфигурациями, лежащих в основе деятельности системных инженеров, менеджеров и технологических предпринимателей на ранних этапах разработки продукта. Практики инженерии системной архитектуры как часть системной инженерии являются основой для описания принципиальных технических решений каждой системы. Из многочисленных вариантов системного подхода для курса был выбран тот, который интенсивно развивается сегодня в массовой деятельности системных инженеров и инженеров предприятия и документируется в международных стандартах и публичных документах. Основанное на этих стандартах и документах изложение получается более структурное, чем это принято для менеджеров, но более ориентированно на использование в системах, включающих в себя людей, чем это принято для инженеров. В курсе рассматриваются как практики, адаптированные под разработку программных систем, так и практики, адаптированные под разработку аппаратных систем.

Курс представляет собой интерес и для технологических предпринимателей, которым необходимо организовать взаимодействие инженеров и менеджеров на основе какого-то общего понимания проекта – и системное мышление позволяет команде договариваться о проекте на общем для всех системном языке.

Курс содержит большое количество практических заданий, позволяющих добиться начальной беглости в использовании понятий системного подхода.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Приобретение практических знаний в моделиориентированной инженерии архитектуры системы, а также в управлении жизненным циклом, управлении версиями и конфигурациями.

Задачи дисциплины

- обеспечение целостного представления о моделировании в приложении к моделиориентированной инженерии системной архитектуры, управления жизненным циклом, управления версиями и конфигурациями;
- формирование у слушателей современных знаний и представлений о практиках моделиориентированной системной архитектуры, управления жизненным циклом, управления версиями и конфигурациями, а также ознакомление слушателей с современными теориями и стандартами, которые лежат в основе этих практик;
- предоставление достаточных знаний, для обеспечения самостоятельного изучения отдельных практик моделиориентированной системной архитектуры, управления жизненным циклом, управления версиями и конфигурациями с пониманием их применимости и места в учебных и производственных проектах;
- формирование у слушателей навыка описания практик моделиориентированной инженерии системной архитектуры, управления жизненным циклом, управления версиями и конфигурациями для инженерного проекта;
- мотивация на использование практик моделиориентированной инженерии системной архитектуры, управления жизненным циклом, управления версиями и конфигурациями для использования в учебных и производственных проектах.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели

анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований в области фотоники и оптоинформатики к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
---	---

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- что такое архитектура системы, жизненный цикл, управление версиями и конфигурациями;
- как объединять объединить деятельности технопредпринимателя, инженера, менеджера;
- международные стандарты в области инженерии требований.

уметь:

- разрабатывать архитектуру системы, жизненный цикл, исходя из требований к системе;
- бороться со сложностью в самых разных проектах;
- проверять архитектуру целевой системы на предмет соответствия требованиям и интересам проектных ролей.

владеть:

- практиками и инструментами разработки архитектуры.
- Практиками и инструментами разработки жизненного цикла, управления версиями и конфигурациями.

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	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Моделеориентированная системная инженерия	3	4		10
2	Моделеориентированная инженерия требований	3	4		10
3	Моделеориентированная инженерия системной архитектуры	3	4		10
4	Методические каркасы системного проектирования.	2	6		10
5	Управление конфигурацией и изменениями.	2	6		10
6	Системное проектирование по методике ARCADIA.	2	6		10
Итого часов		15	30		60
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

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

Семестр: 2 (Весенний)

1. Моделеориентированная системная инженерия

- Понятия системы, архитектуры и системного проектирования.
- Связь с проектными ролями (стейкхолдерами системы) и инженерией требований.
- Связь инженерии архитектуры с другими процессами жизненного цикла.
- Границы архитектурной практики.
- Особенности инженерии архитектуры системы из различных предметных областей и в различных типах жизненных циклов.

2. Моделеориентированная инженерия требований

Понятие требований: деонтическая модальность определений системы. Классическая инженерия требований. Моделеориентированная инженерия требований. Метод моделе-ориентированного выявления требований Jan Alexander. Главная ошибка: требование пропущено из-за несфокусированности на возможностях стейкхолдеров. Технико-экономическое моделирование

3. Моделеориентированная инженерия системной архитектуры

Архитектурные языки. Архитектурные практики по MFESA. Практики технологизации архитектурного творчества (DSM, ТРИЗ).

4. Методические каркасы системного проектирования.

- Краткий обзор перечня методических каркасов системного проектирования.
- Методический каркас TOGAF.
- Методический каркас ГОСТ серии 15.
- Методический каркас CPS.
- Методический каркас FEAF.

5. Управление конфигурацией и изменениями.

- Отнесение управления конфигурацией и изменениями к инженерным или менеджерским практикам.
- Практики идентификации.
- Инженерные информационные системы управления конфигурацией и изменениями.

6. Системное проектирование по методике ARCADIA.

- Построение архитектурных описаний системы на уровне анализа применения.
- Построение архитектурных описаний системы на уровне потребностей в системе.
- Построение архитектурных описаний системы на уровне логической архитектуры.
- Построение архитектурных описаний системы на уровне физической архитектуры.
- Создание архитектурных описаний базовых конфигураций изделия в средах Capella и T-Flex.

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

Аудиторное помещение, оснащенное стульями, столами.

Перечень основного оборудования: проектор, проекционный экран, компьютер (ноутбук), учебная доска.

Перечень используемого программного обеспечения: СДО, Google Docs, Zoom, ВКонтакте.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Батоврин В.К. Системная и программная инженерия. Словарь-справочник. ДМК-Пресс, 2010
Лоусон Гарольд .Путешествие по системному ландшафту.
Мацяшек Л. А. , Лионг Б. Л. Практическая программная инженерия на основе учебного примера.М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009

Дополнительная литература

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

Не используются

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

1. Русскоязычное отделение INCOSE: <http://incose-ru.livejournal.com/>
2. Нотация моделирования архитектуры Archimate: <https://www.opengroup.org/archimate-home>
Офисное программное обеспечение (MS Excel, MS Word или аналоги), ZOOM, Мессенджеры: Telegram, WhatsApp.

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

1. Рекомендуется выполнять домашние задания, так как это упрощает итоговую аттестацию по предмету.
2. Для подготовки к итоговой аттестации по предмету лучше всего пользоваться материалами основной литературы.
3. Промежуточные короткие тесты, оценивающие понимание текущего материала занятий. Тесты представляют собой просьбы отобразить «без подглядывания в конспекты справочники» основные схемы (диаграммы) для обсуждаемого материала. Время проведения подобного теста – не более 15 минут.
4. Домашние задания по курсу сводятся к оформлению части описания целевой системы с точки зрения требований и методов проверки их достижения.
5. Итоговое задание: эссе «Описание архитектуры целевой системы». Итоговое эссе готовится на материале проектов студентов, которые они выполняют на своих базовых предприятиях (компании или лаборатории). Сдача эссе подразумевает несколько итераций, итоговая оценка зависит от степени, в какой слушатель использовал в эссе материалы курса. Особое внимание нужно обращать, чтобы эссе было не про «бизнес-проект» и не про проект из «управления проектом», а про инженерный проект (т.е. оценка не менеджерская, не бизнес-оценка, а инженерная оценка), т.е. в том числе проверяется, насколько слушатель усвоил разницу между менеджерской дисциплиной «управление проектом» и инженерной дисциплиной «управление жизненным циклом». Проверяется применение студентом системно инженерного мышления, использование различных стилей описания системы. В эссе обязательным разделом также являются инженерные рекомендации по итогам оценки, текст эссе предоставляется также команде проекта базового предприятия.

Основная литература

1. Практическая программная инженерия на основе учебного примера [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Л. А. Мацяшек, Б. Л. Лионг ; пер. с англ. А. М. Епанешникова, В. А. Епанешникова .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009 .— 956 с.
2. Системное мышление / А.И. Левенчук. — М. : Издательские решения, 2019 — 590 с.
3. Анатолий Левенчук. «Визуальное мышление. Доклад о том, почему им нельзя обольщаться», Издательские решения (2018).

Дополнительная литература

1. Стандарт OMG "Essence – language and kernel for software engineering". <http://www.omg.org/spec/Essence/> (текущая версия 1.2 Beta1, июль 2018г.).

2. A. Levenchuk, Towards Systems Engineering Essence, <https://arxiv.org/abs/1502.00121>
3. Стандарт ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Systems and software engineering -- Architecture description.
4. Partridge, Chris. Business Objects: Re-Engineering for Re-Use, BORO Centre, 2005.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Фотоника и оптоинформатика
профиль подготовки:	Фотоника, квантовые технологии и двумерные материалы Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра технологического предпринимательства
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр

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

Разработчики:

А.И. Левенчук

М.А. Бухарин, канд. физ.-мат. наук

И.А. Бурдин

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований в области фотоники и оптоинформатики к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Практики системной инженерии» обучающийся должен:

знать:

- что такое архитектура системы, жизненный цикл, управление версиями и конфигурациями;
- как объединять деятельности технопредпринимателя, инженера, менеджера;
- международные стандарты в области инженерии требований.

уметь:

- разрабатывать архитектуру системы, жизненный цикл, исходя из требований к системе;
- бороться со сложностью в самых разных проектах;
- проверять архитектуру целевой системы на предмет соответствия требованиям и интересам проектных ролей.

владеть:

- практиками и инструментами разработки архитектуры.
- Практиками и инструментами разработки жизненного цикла, управления версиями и конфигурациями.

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

Перечень типовых (примерных) вопросов к текущему контролю

- Описать отличия компонент, модулей и размещений.
- Описать отличия принципиальной схемы и алгоритма работы.
- Описать отличия ЕСКД и ЕСПД.
- Описать отличия архитектурных описаний для не менее чем 5 групп проектных ролей (стейкхолдеров).

Перечень типовых (примерных) домашних заданий

№ домашнего задания Название (тема) домашнего задания № приложения

- 1 Архитектура системы Приложение 1
- 2 Практика DSM Приложение 2
- 3 Профильные нотации описаний системной архитектуры Приложение 3
- 4 Управление жизненным циклом, версиями, конфигурациями Приложение 4

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

Выберите из приведённого ниже списка максимальное количество объектов, образующих одну холархию:

- Электродвигатель
- Троллейбус

- Контактная сеть
- Городской общественный транспорт
- Город
- Городская энергосистема
- Тяговая подстанция
- Городская электростанция
- Городская дорожная сеть

«Главный конструктор НПО Автоматики Леонид Шалимов, ответственный за пуск с космодрома Восточный, уволен после инцидента с «Союзом».

Выберите верные утверждения:

- Главный конструктор НПО Автоматики» представляет собой четырехмерный функциональный объект;
- Главный конструктор НПО Автоматики» представляет собой свойство четырехмерного объекта Леонид Шалимов;
- Леонид Шалимов представляет собой трехмерный объект и является частью четырехмерного функционального объекта «Главный конструктор НПО Автоматики»;
- На протяжении некоторого времени до инцидента с «Союзом» полные темпоральные части четырехмерного объекта Леонида Шалимова и четырехмерного функционального объекта «главный конструктор НПОАвтоматики» совпадали.

Иван Иванович назначен главным конструктором в отдел робототехники. Он заявил, что не допустит, чтобы в проекте использовались иностранные комплектующие. Как правильно назвать его как стейкхолдера в этой ситуации?

- Иван Иванович
- Главный конструктор
- Конструктор отдела робототехники
- Протекционист

Что понимается под «успешной системой»?

- Система заработала и выполняет поставленную задачу
- Система прошла верификацию
- Система не взорвалась и не причинила никому ущерба
- Система устроила всех стейкхолдеров, лицензирующие органы и партию "Зелёных"
- Система проявила свойство эмерджентности

Конструктор сказал, что он послал один и тот же эскиз изделия трём стейкхолдерам, заявившим интерес к его внешнему виду: пользователю, офис-менеджеру, промышленному дизайнеру. Мог ли он так сделать, или нужно было для каждого стейкхолдера подготовить специальный вариант эскиза?

- мог, их удовлетворит один и тот же эскиз
- не мог, каждому нужно что-то своё

Чем являются графическая карта, видеокарта и оперативная память по отношению к персональному компьютеру?

- Подсистемы
- Надсистемы
- Системы в операционном окружении
- Обеспечивающие системы

Вася является разработчиком программного обеспечения, управляющего печатью моделей на 3D принтере. Что является Васиной целевой системой?

- Исходный код, записанный на диске его компьютера
- Программа, запущенная на исполнение для тестирования в его лаборатории
- Программа, записанная на диске компьютера пользователя 3D принтера
- Программа, запущенная на исполнение на компьютере разработчика 3D модели

- Программа, запущенная на исполнение на компьютере, управляющем 3D принтером
- Компьютер пользователя 3D принтера
- Программно-аппаратный комплекс 3D принтера
- Ничего из перечисленного

Билет №1: Опишите формат DSM-матрицы?

Билет №2: Опишите "альфы" проекта (общие объекты отслеживания)?

Критерии оценивания

Итоговое задание: эссе «Описание архитектуры целевой системы». Итоговое эссе готовится на материале проектов студентов, которые они выполняют на своих базовых предприятиях (компании или лаборатории). Сдача эссе подразумевает несколько итераций, итоговая оценка зависит от степени, в какой слушатель использовал в эссе материалы курса. Особое внимание нужно обращать, чтобы эссе было не про «бизнес-проект» и не про проект из «управления проектом», а про инженерный проект (т.е. оценка не менеджерская, не бизнес-оценка, а инженерная оценка), т.е. в том числе проверяется, насколько слушатель усвоил разницу между менеджерской дисциплиной «управление проектом» и инженерной дисциплиной «управление жизненным циклом». Проверяется применение студентом системно инженерного мышления, использование различных стилей описания системы. В эссе обязательным разделом также являются инженерные рекомендации по итогам оценки, текст эссе предоставляется также команде проекта базового предприятия.

Суммарная оценка выставляется по результатам написанного эссе (100%) согласно чек-листу (Приложение 5).

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

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.

Компоненты, модули, размещения	<ul style="list-style-type: none"> a. Изобразите свою систему, как черный ящик. Отобразите не b. Изобразите алгоритм работы вашей системы. Для, как c. Изобразите принципиальную схему вашей системы на d. Изобразите модульную диаграмму вашей системы (которая e. Изобразите схему размещений/компоновки вашей системы f. Изобразите функциональную, модульную декомпозиции и g. Опишите альтернативные архитектуры (как минимум, ещё h. <u>Использование специализированных моделеров</u>
DSM	<ul style="list-style-type: none"> a. Составить для вашей целевой системы не менее двух матриц b. Матрицы должны быть с указанием основных типов c. Матрицы должны быть с указанием хотя бы двух типов d. Размер матрицы не менее 10x10 (больше-лучше); e. Составление и работа с матрицей в специализированном f. Для каждой из составленных матриц провести g. Проанализировать полученные матрицы DSM и сделать h. * Описать пользу от применения практики DSM к целевой i. * <u>Провести анализ соответствия орг. структуры расширенного</u>
Применить практику чек-листов на	<p>Заполнение стандартного чек-листа</p> <p>Определение дополнительных подальф, специфичных для целевой системы</p> <p>Дополнение плана-графика работ на основе анализа чек-листов</p>
Применить практики управления жизненным циклом и конфигурацией	<p>Описать используемую/планируемую в вашем проекте систему контроля версий</p> <p>Описать используемую/планируемую в вашем проекте систему контроля конфигурации</p> <p>Использование специализированного ПО/сервисов</p> <p>Провести контроль конфигурации описаний вашей системы (как минимум - эссе) в ходе прохождения курсов Системного мышления и Практики системной инженерии</p>
Целостность эссе	<p>Практики применены к одной и той же системе</p> <p>Имеется трассировка информации между практиками</p> <p>Согласованность эссе с курсом Системного мышления</p>

Суммарная оценка рассчитывается как среднее арифметическое между указанными ниже темами

Суммарно не более 10

2

+1

+1

+1

+1

+2

+1.5

+1.5

Суммарно не более 10

4

+1

+1

+1

+1

+1.5

+0.5

+0.5

+0.5

Суммарно не более 10

6

+3

+2

Суммарно не более 10

3

+3

+2

+3

Суммарно не более 10

+4

+4

+2