

**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:	Инженерия и управление требованиями на этапах жизненного цикла системы
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Технологическое предпринимательство (on-line-программа) кафедра технологического предпринимательства кафедра технологического предпринимательства
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 1

Программу составили:

М.А. Бухарин, канд. физ.-мат. наук

И.А. Бурдин

Программа обсуждена на заседании кафедры технологического предпринимательства 04.06.2020

Аннотация

Курс посвящён таким практикам системной инженерии, как инженерия и управление требованиями на этапах жизненного цикла системы, а также практикам верификации (проверки) и валидации (приемки) системы, лежащих в основе деятельности системных инженеров, менеджеров и технологических предпринимателей на ранних этапах разработки продукта. Практики инженерии требований как часть системной инженерии являются основой для создания технических заданий на разработку и производство. 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 и управлении требованиями на этапах жизненного цикла системы.

Задачи дисциплины

- обеспечение целостного представления о моделировании в приложении к моделиориентированной инженерии требований;
- формирование у слушателей современных знаний и представлений о практиках моделиориентированной инженерии требований, 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 инженерии требований с пониманием их применимости и места в учебных и производственных проектах;
- формирование у слушателей навыка описания практик моделиориентированной инженерии требований для инженерного проекта;
- мотивация на использование практик моделиориентированной инженерии требований 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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-2 Способен управлять проектом на всех	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения

этапах его реализации	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3.1 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов
	УК-3.2 Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий
	УК-3.3 Способен предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий
	УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- что такое инженерии требований, верификация (проверка) и валидация (приемка);
- как объединять объединить деятельности технопредпринимателя, инженера, менеджера;
- международные стандарты в области инженерии требований.

уметь:

- разрабатывать требования к целевой системе, исходя из интересов других сторон;
- бороться со сложностью в самых разных проектах;
- проверять реализацию целевой системы на предмет соответствия требованиям и интересам проектных ролей.

владеть:

- практиками и инструментами выявления требований, формулирования требований в виде технических заданий.
- Практиками и инструментами проверки целевой системы на предмет соответствия требованиям и интересам проектных ролей.

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	4	1		6
2	Моделеориентированная инженерия требований	3	2		4
3	Работа с требованиями в области проблем	3	2		6
4	Работа с требованиями в области решений	4	2		6
5	Практики работы с требованиями в программной инженерии	4	2		5
6	Практики верификации и валидации	4	2		6
7	Практики документирования требований, верификация и валидация требований	4	2		6
8	Инструментальные средства поддержки инженерии и управления требованиями	4	2		6
Итого часов		30	15		45
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 3 (Осенний)

1. Моделеориентированная системная инженерия

- Понятие модели, виды моделей.
- Отличия классической и моделеориентированной системной инженерии.

2. Моделеориентированная инженерия требований

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

3. Работа с требованиями в области проблем

- Общая характеристика анализа применения системы.
- Определение заинтересованных сторон, их проблем, потребностей и целей.
- Определение возможностей применения и деятельности по применению системы.
- Определение критериев достижения целей и ограничений применения системы.

4. Работа с требованиями в области решений

- Определение наиболее приемлемой для заинтересованных сторон концепции системы.
- Проведение анализа функциональных и нефункциональных потребностей. Выявление требований к системе в целом.
- Проведение функционального анализа системы на логическом и физическом уровне.
- Разработка функциональных требований к системе.

5. Практики работы с требованиями в программной инженерии

- Практики программной инженерии требований.
- CPS Framework.
- Типовые шаблоны требований.
- User Story.
- Jobs-to-be-done.
- Use case.

6. Практики верификации и валидации

- Практики верификации (проверки).
- Типы испытаний. Автоматизация испытаний.
- Практики валидации (приемки).
- Автоматизация тестирования. Инженерные обоснования.

7. Практики документирования требований, верификация и валидация требований

- Стандарты инженерии требований. Руководство по написанию требований.
- Свойства формулировок требований.
- Свойства наборов требований.
- Атрибуты требований.
- Виды спецификаций требований согласно общепринятым международным стандартам и рекомендациям, отечественная практика документирования требований.
- Структура спецификации.
- Верификация и валидация требований.

8. Инструментальные средства поддержки инженерии и управления требованиями

- Обзор инструментов поддержки инженерии требований.
- Управление требованиями в средах PLM на примере использования программного обеспечения Capella и T-Flex.
- Промышленные системы управления требованиями.
- Управление требованиями в средах коллективной работы.
- Управление требованиями с помощью электронных таблиц.

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

Занятия проводятся на рабочих или персональных компьютерах слушателей посредством использования сети Интернет.

Офисное программное обеспечение (MS Excel, MS Word или аналоги), ZOOM, Мессенджеры: Telegram, WhatsApp.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Рекомендованная литература для самостоятельного изучения

Батоврин В.К. Системная и программная инженерия. Словарь-справочник. ДМК-Пресс. 2010г.
Лоусон Гарольд. Путешествие по системному ландшафту.
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.

Дополнительная литература

Рекомендованная литература для самостоятельного изучения

1. INCOSE Guide for Writing Requirements – 2017
2. Requirements Engineering / Hull, Elizabeth, Jackson, Ken, Dick, Jeremy – Springer, 2011.
3. Системное мышление / А.И. Левенчук. — М. : Издательские решения, 2019 — 590 с.
4. Анатолий Левенчук. «Визуальное мышление. Доклад о том, почему им нельзя обольщаться», Издательские решения (2018).
5. Partridge, Chris. Business Objects: Re-Engineering for Re-Use, BORO Centre, 2005.

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

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.

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 требований Archimate: <https://www.opengroup.org/archimate-home>

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 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 системноинженерного 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.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Технологическое предпринимательство (on-line-программа) кафедра технологического предпринимательства кафедра технологического предпринимательства
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

М.А. Бухарин, канд. физ.-мат. наук
И.А. Бурдин

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-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его реализации	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3.1 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов
	УК-3.2 Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий
	УК-3.3 Способен предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий
	УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Инженерия и управление требованиями на этапах жизненного цикла системы» обучающийся должен:

знать:

- что такое инженерии требований, верификация (проверка) и валидация (приемка);
- как объединять деятельности технопредпринимателя, инженера, менеджера;
- международные стандарты в области инженерии требований.

уметь:

- разрабатывать требования к целевой системе, исходя из интересов других сторон;
- бороться со сложностью в самых разных проектах;
- проверять реализацию целевой системы на предмет соответствия требованиям и интересам проектных ролей.

владеть:

- практиками и инструментами выявления требований, формулирования требований в виде технических заданий.
- Практиками и инструментами проверки целевой системы на предмет соответствия требованиям и интересам проектных ролей.

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

№ домашнего задания	Название (тема) домашнего задания	№ приложения
1	CPS Framework	Приложение 1
2	JTBD, User Story, Use cases	Приложение 2
3	Требования к системе	Приложение 3
4	Верификация и валидация	Приложение 4

Перечень типовых (примерных) вопросов к текущему контролю

1. Укажите неверные цели инженерии требований:
 1. Обеспечение согласованного понимания системы среди стейкхолдеров
 2. Задаёт набор компонент и модулей системы
 3. Задаёт основу для проверки архитектуры
 4. Обеспечивает технологический стек для работы над системой
 5. Возможность проверить систему на предмет удовлетворения реальным потребностям
2. На каких этапах жизненного цикла системы присутствуют практики инженерии требований согласно Rational Unified Process?
 1. Концепция использования
 2. Разработка
 3. Конструирование и производство
 4. Внедрение и эксплуатация
3. К какому типу требований можно отнести требование ремонтпригодности?
 5. Пользовательские требования
 6. Требования стейкхолдеров
 7. Требования к run-time поведению
 8. Требования качества
 9. Ограничения

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

Итоговое задание: эссе «Описание целевой системы». Итоговое эссе готовится на материале проектов студентов, которые они выполняют на своих базовых предприятиях (компаниях или лабораториях). 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 системноинженерного 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%).

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, 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 «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, 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 «хорошо (6)» выставляется студенту, если он 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 «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, 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 «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, 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
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины.

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

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.