

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

УТВЕРЖДЕНО

**Проректор по учебной работе и
довузовской подготовке**

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Программная инженерия
по направлению:	Прикладная математика и информатика
профиль подготовки:	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра информатики и вычислительной математики
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

Н.И. Хохлов, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор

А.С. Хританков, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики 30.01.2024

Аннотация

В курсе рассматриваются парадигмы и технологии для разработки сложных компьютерных систем из программных ресурсов разных парадигм программирования. Обучающиеся познакомятся с базовыми понятиями программной инженерии и метода сборки разноязычных модулей в сложные системы, а также средствами автоматизации и реинженерии ресурсов и систем. Будут рассказаны новые формальные механизмы парадигм программирования (модульной, объектной, компонентной, аспектной и сервисной).

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Изучение инженерных методов, процессов ЖЦ, техник проектирования и измерения процессов и продуктов. Разработчик получит знания по: применению технологии - методов и средств для управления разработкой; анализу и моделированию программных продуктов; оценке и контролю за качеством; проблемам эволюции ПО и повторному использованию программных продуктов; инструментальным средствам поддержки разработки программных систем, использованию программных продуктов и инструментальных средств поддержки разработки ПС в AppFab, в средах (IBM, VS.Net) и на ProductLineEngineering на фабриках программ (Greenfield, Lenz, Avdoshin, Chernetski и др.).

Задачи дисциплины

- Индустрия производства программных продуктов;
- технология программирования - методам, средствам и инструментам разработки программных компонентов, программных систем (ПС) и систем семейства (СПС);
- базовые основы современных предметно и процедурно ориентированных языков программирования (DSL, UML, Java, C#);
- методы программирования (модульного, компонентного, сервисного, агентного и др.);
- верификация, тестирование и доказательство правильности разноязыковых программ, которые создаются в этих языках,
- управление коллективной разработкой, умениями выбирать процессы ЖЦ и необходимые инструментальные средства и методы, которые лучше всего подходят для данной среды разработки ПС.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа профессиональной информации, выделения в ней главного, структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
	ОПК-4.2 Умеет применять знание информационно-коммуникационных технологий для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения

деятельности современный математический аппарат и алгоритмы, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	ПК-2.2 Имеет практический опыт использования существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками
	ПК-2.3 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- Современные методы и средства технологии программирования;
- управления разработкой программных проектов;
- реинженерии и рефакторингу создаваемых программных проектов;
- новые условия, требования и возможности современных инструментальных средств, реализованных на фабриках программ на основе операционных сред типа VS.Net, IBM, Corba и др.

уметь:

- Применять методы и средства управления разработкой проектов;
- анализа и моделирования программных продуктов;
- методов оценки и контроля качества;
- использовать современные инструментальные средства поддержки разработки программных систем и семейств систем.

владеть:

- Методами и средствами управления разработкой проектов;
- методами оценки контроля качества;
- современными инструментами поддержки разработки программных систем и семейств систем.

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	Дисциплины программной инженерии и области ядра знаний - SWEBOK.	2			2
2	Стандарт и модели жизненного цикла.	2			2
3	Требования к программным системам.	2			1
4	Методы объектного анализа и моделирования	2			1
5	Прикладные и теоретические методы программирования	2			2
6	Методы доказательства, верификации и тестирования программ	2			1

7	Интерфейсы, взаимодействие, эволюция (реинженерия, рефакторинг, реверсная инженерия) программ и данных.	2			2
8	Модели качества и надежности программных систем	2			2
9	Методы управления программным проектом	2			2
10	Проблематика сборочного программирования программных систем	2			2
11	Основы построения технологических линий и средств автоматизации программных систем и семейств	2			2
12	Компоненты повторного использования. Reusability.	2			2
13	Фабрики программ, Product line SEI.	2			2
14	Индустрия программного обеспечения	2			3
15	Облачные вычисления	1			2
16	Электронное обучение программной инженерии	1			2
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 1 (Осенний)

1. Дисциплины программной инженерии и области ядра знаний - SWEBOK.

Определение дисциплин программной инженерии.

Программная инженерия как научная дисциплина.

Программная инженерия как инженерная дисциплина.

Программная инженерия как производственная дисциплина.

Дисциплина управления.

Экономическая дисциплина.

Характеристика областей знаний инженерии ПО.

2. Стандарт и модели жизненного цикла.

Характеристика ЖЦ стандарта ISO/IEC12207.

Формирование прикладных моделей ЖЦ Типы моделей ЖЦ - каскадная, инкрементная, спиральная и эволюционная модели.

3. Требования к программным системам.

Анализ и сбор требований.

Инженерия требований.

Фиксация требований.

Трассировка требований.

Объектно-ориентированная инженерия требований.

4. Методы объектного анализа и моделирования

Обзор объектно-ориентированные методы анализа и построения моделей.

Метод построения и проектирования архитектуры ПС.

Проектирование разных видов архитектур программных систем.

5. Прикладные и теоретические методы программирования

Прикладное программирование: структурное, ООП, UML , компонентное, аспектное, генерирующее, сервисное, агентное.

Теоретическое программирование: алгебраическое, инсерционное, экспликативное, алгоритмика.

6. Методы доказательства, верификации и тестирования программ

Языки доказательства программ: VDM, RAISE, Spec# и др.

Верификация и валидация программ, перспективы верификации. Тестирование программных систем.

7. Интерфейсы, взаимодействие, эволюция (реинженерия, рефакторинг, реверсная инженерия) программ и данных.

Роль интерфейса в программировании: интерфейс языков программирование, интерфейс компонентов.

Взаимодействие разноразличных программ, Стандарт ISO/IEC 11404-96

Методы эволюции:

Реинженерия ПС, рефакторинг компонентов, реверсивная инженерия ПС.

8. Модели качества и надежности программных систем

Стандарты качества ПС, показатели, метрики качества, оценка показателей качества, управление качеством ПС.

Оценки надежности ПС.

Марковские и пуассоновские модели надежности.

Процессы оценки надежности.

Сертификация программного продукта.

9. Методы управления программным проектом

Менеджмент проекта: процесс менеджмента, инфраструктура программного проекта.

Методы управления и планирования.

Оценивание стоимости проекта.

Управления рисками и конфигурацией.

10. Проблематика сборочного программирования программных систем

Метод сборки.

Межмодульный и языковой интерфейс.

Объекты сборки.

Теория трансформации типов данных.

Алгебраические системы преобразования типов разноразличных программ.

11. Основы построения технологических линий и средств автоматизации программных систем и семейств

Сборочный конвейер академика Глушкова – основа индустрии ПС и семейств.

Отечественная технология подготовки разработки ТЛ. Опыт создания ТЛ СОД.

12. Компоненты повторного использования. Reusability.

Общая трактовка компонентов повторного использования.

Теория КПИ. Алгебра компонентов.

Международные хранилища КПИ.

Экономика в Reusability.

13. Фабрики программ, Product line SEI.

Задачи фабрик программ.

Базис фабрик – набор ТЛ и сборочный конвейер.

Технология SEI Product Line.

14. Индустрия программного обеспечения

Основы индустрии ПС.

Технология и методы производства программ и систем на фабриках.

AppFab в современных ОС средах Big Data,

15. Облачные вычисления

Новые подходы к обработке данных.

Виртуализация, коммуникация и форматизация данных в сетевых средах..

Модели вычислений задач в облаках.

16. Электронное обучение программной инженерии

Новое вид обучения с помощью Интернет сайтов: www.intuit.ru,
<http://programsfactory.univ.kiev.ua> [Http://sestudy.edu-ua.net](http://sestudy.edu-ua.net)

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

Необходимое оборудование для лекций: компьютер, мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система) и Интернет.

Обеспечение самостоятельной работы – создание веб-сайтов силами студентов

[Http://programsfactory.univ.kiev.ua](http://programsfactory.univ.kiev.ua), [Http://sestudy.edu-ua.net](http://sestudy.edu-ua.net) программирование (C#, Java, VBasic, Html, XML и др.) и отладка jПО главных страниц сайтов и внутренних программ в указанных языках для создания и использования ТЛ производства программ в средах Microsoft Visual Studio Teams, Corba, VIBM, и др.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Методы и средства инженерии программного обеспечения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. М. Лаврищева, В. А. Петрухин ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : Изд-во МФТИ, 2007 .— 415 с.

Дополнительная литература

1. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем [Текст], учебник для вузов /Е. М. Лаврищева; Ин-т системного программирования РАН; Московский физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). М., Юрайт, 2019
2. Программная инженерия. Парадигмы, технологии и CASE-средства [Текст], учебник для вузов /Е. М. Лаврищева. М., Юрайт, 2019

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

1. <http://www.swebok.org.html>
2. <http://computer.org/education/cc2001> или <http://se.math.spbu.ru/cc2001>- русский вариант

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

1. <http://www.swebok.org.html>
2. <http://computer.org/education/cc2001> или <http://se.math.spbu.ru/cc2001>- русский вариант

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

Студент, изучающий курс должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения понятия, аксиомы, методы доказательств.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладная математика и информатика
профиль подготовки: Прикладная математика и информатика
Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики
кафедра информатики и вычислительной математики
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Разработчики:

Н.И. Хохлов, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор
А.С. Хританков, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Умеет применять информационно-коммуникационные технологии для поиска и анализа профессиональной информации, выделения в ней главного, структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
	ОПК-4.2 Умеет применять знание информационно-коммуникационных технологий для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат и алгоритмы, основные законы естествознания, современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Имеет практический опыт использования существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического разыскания и описания, опыт работы с научными источниками
	ПК-2.3 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Программная инженерия» обучающийся должен:

знать:

- Современные методы и средства технологии программирования;
- управления разработкой программных проектов;
- реинженерии и рефакторингу создаваемых программных проектов;
- новые условия, требования и возможности современных инструментальных средств, реализованных на фабриках программ на основе операционных сред типа VS.Net, IBM, Corba и др.

уметь:

- Применять методы и средства управления разработкой проектов;
- анализа и моделирования программных продуктов;
- методов оценки и контроля качества;
- использовать современные инструментальные средства поддержки разработки программных систем и семейств систем.

владеть:

- Методами и средствами управления разработкой проектов;
- методами оценки контроля качества;
- современными инструментами поддержки разработки программных систем и семейств систем.

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

Примеры контрольных вопросов для текущего контроля освоения материала:

1. Назовите основные модели, методы и средства инженерии программирования программной инженерии.
2. Дайте определение методам проектирования в генерирующем программировании.
3. Объясните эквивалентность трансформаций разных видов моделей для многих предметных областей.
4. Какие существуют теоретические методы программирования?
5. Что такое фабрики программ? Поясните их суть и структуру.

Возможные темы курсовых работ:

1. Методы программирования.
2. Современные технологии программирования.
3. Новые подходы к объектному проектированию программных систем.
4. Методы взаимодействия программ и систем в современных средах.
5. Фундаментальные, общие и неструктурные типы данных.
6. Подходы к объединению разнородных программных компонентов, созданных в разных функциональных средах.
7. Облачные вычисления и проблемы использования данных из Big Data.

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

1. Предмет и цель курса программной инженерии. Дисциплины программной инженерии. Сущность технологии программирования.
2. Модели, методы и средства инженерии программирования программной инженерии.
3. Модели жизненного цикла. Стандарт ISO/IEC 12207 - Процессы ЖЦ. Задачи процессов.
4. Методы программирования: структурный, ООП, UML, компонентный, сервисный и др.
5. Характеристика этих методов.
6. Методы проектирования в генерирующем программировании.
7. Инженерия применений, доменов, семейств систем. Общая их характеристика.
8. Методы и принципы представления инженерных направлений проектирования.
9. Инженерия семейств программных систем.
10. Сущность компонентов повторного использования (КПИ)
11. Языки описания специфики предметных областей – DSL.
12. Моделирование архитектур системы средствами DSL. Методы трансформации и генерации описаний программ в другие языки.
13. Подходы к преобразованию описания предметной области в DSL к языкам программирования.
14. Типы моделей для разработки предметной области -MDA, MDD, PIM, PSM и др.
15. Схемы трансформации этих моделей друг к другу.
16. Эквивалентность трансформаций разных видов моделей для многих предметных областей.
17. Аксиомы и утверждения о перестройках описаний программ в языках программирования в эквивалентные.
18. Методы эволюции ПС (рефакторинг, реинженерия).
19. Методы верификации, тестирования ПС
20. Методы доказательства программ и КПВ.
21. Теоретические методы программирования (композиционное, дескрипторное, алгоритмическое и др.)
22. Основные понятия, задачи и методы решения. Проблемы оценивания программных продуктов
23. Современные методы экспертиз и инспекций программ. Комбинированные методы проверки программ.

24. Математический аппарат принятия решений относительно разработки продукта (экспертные и байесовские методы).
25. Анализ подходов к принятию решений в процессе разработки ПП.
26. Технические, программные средства. Структура служб разработчиков ПП.
27. Перечень служб в разработке ПП соответственно стандарту ISO/IEC 12207.
28. Задачи из организации служб качества
29. Верификации, тестирования и др.
30. Изучение опыта работы оффшорных организаций, связанных с разработкой ПП. Теория измерения. Метрики и меры программного продукта.
31. Стандарты измерения. Классификация мер и метрик. Измерение программ, применений, семейств программ.
32. Теория оценивания процессов ЖЦ Методы оценки размера и сроков ПС
33. Обзор современных методов оценки ПП в статике и динамике.
34. Задача оценивания ПП по методу FRA. Оценка риска, размера, расходов, стоимости и сроков.
35. Подходы к построению ТЛ.
36. Американский вариант линий – SEI Product line
37. Методы индустрии программных продуктов.
38. Фабрики программ. Суть и структура.
39. Работа с собственной фабрикой программ и артефактов в КНУ
<http://programsfactory.univ.kiev.ua>
40. Современные основы построения инструментально-технологических комплексов производства программ и КПИ в рамках семейства ПС.

Примеры экзаменационных билетов:

Билет № 1:

1. Предмет и цель курса программной инженерии. Дисциплины программной инженерии. Сущность технологии программирования.
2. Методы программирования: структурный, ООП, UML, компонентный, сервисный и др.

Билет № 2:

1. Основные понятия, задачи и методы решения. Проблемы оценивания программных продуктов.
2. Изучение опыта работы оффшорных организаций, связанных с разработкой ПП. Теория измерения. Метрики и меры программного продукта.

Билет № 3:

1. Изучение опыта работы оффшорных организаций, связанных с разработкой ПП. Теория измерения. Метрики и меры программного продукта.
2. Стандарты измерения. Классификация мер и метрик. Измерение программ, применений, семейств программ.

Критерии оценивания

Оценка выставляется на основе общей успеваемости, контрольных вопросов и сдачи курсового проекта. Основной балл вносит курсовой проект.

Оценка «отлично (10)» выставляется обучающемуся, если он показал 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 обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, но при этом были допущены небольшие неточности, которые были самостоятельно обнаружены и исправлены;

оценка «отлично (8)» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, но при этом были допущены небольшие неточности, которые после указания экзаменатора были самостоятельно исправлены;

оценка «хорошо (7)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает неточности в ответе или делает несущественные ошибки при решении задач;

оценка «хорошо (6)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает небольшие ошибки в ответе и (или) при решении задач;

оценка «хорошо (5)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но отвечает неуверенно и (или) допускает ошибки при решении задач;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, неточные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, если 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 обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, неточные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеющему некоторыми разделами учебной программы, но умеющему применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2)» 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;

оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется обучающемуся, показавшему полное незнание учебной программы дисциплины.

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

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературы. Экзамен проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.