

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

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Компьютерное моделирование
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра технологий проектирования сложных технических систем
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - 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

Программу составил: С.В. Александров

Программа обсуждена на заседании кафедры технологий проектирования сложных технических систем
30.08.2021

Аннотация

Курс призван предоставить знания в области анализа, разработки и использования современных распределенных моделирующих систем (РМС), построенных с использованием технологии HLA (международного стандарта IEEE-1516.2010). В результате прохождения курса студенты приобретут представление о правилах построения РМС, их жизненном цикле, технологии HLA и инструментах, применяемых на каждом этапе разработки. Студенты приобретут практические навыки интеграции в РМС существующих и новых моделей применяя современные технологии, используемые в отечественной и международной практике.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Целью дисциплины является предоставить знания в области анализа, разработки и использования современных распределенных моделирующих систем (РМС), построенных с использованием технологии HLA (международного стандарта IEEE-1516.2010).

Задачи дисциплины

Задачами учебной дисциплины являются:

- сформировать представление о правилах построения РМС;
- сформировать представление о жизненном цикле РМС и технологиях и инструментах, применяемых при их создании;
- формирование практических навыков интеграции в РМС существующих и новых моделей при помощи современных технологий, используемые в отечественной и международной практике.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- особенности построения РМС;
- методологию создания и использования РМС.

уметь:

- проводить анализ предметной области, выделять структурные элементы и их взаимосвязи, влияющие на построение РМС;
- разрабатывать модели данных, соответствующие стандарту IEEE-1516.2010;
- описывать взаимодействие приложений в РМС.

владеть:

- навыками работы с инструментальными средствами разработки РМС;
- навыками проектирования РМС;
- навыками использования IEEE 1516-2010 для построения РМС;
- навыками освоения большого объема информации, относящейся к новым предметным областям;
- навыками совместной работы нескольких коллективов при разработке РМС;
- культурой постановки задач и составления технических заданий.

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	Особенности распределенного моделирования	2			12
2	Правила построения РМС	2			12
3	API моделирующих приложений	2	5		12
4	Способы построения федератов	4	20		12
5	Объектные модели	5	5		12
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: 7 (Осенний)

1. Особенности распределенного моделирования

Введение в распределенное моделирование, история возникновения стандарта IEEE-1516.2010 и близких к нему. Состав стандарта. Общие цели и задачи моделирования.

2. Правила построения РМС

Правила федерации и федерата: построение распределенных моделирующих систем, отвечающих стандарту. Общая организация процесса разработки и эксплуатации РМС. Стандарт IEEE-1730.2010.

3. API моделирующих приложений

Группы сервисов и их взаимосвязь. Основные группы сервисов: управления федерацией, управления декларациями, управления объектами. Дополнительные группы сервисов: управления владением атрибутами, управления логическим временем, управления распространением данных.

4. Способы построения федератов

Представления данных: модельное, связанное с языком программирования, обменное (сетевое). Основные архитектуры федератов: с прямым использованием сервисов, с использованием прокси. Архитектура СПО РСРМ. Способы обмена данными пользовательского кода и библиотек. Управление моделированием. Идентификация моделируемых объектов. Сбор данных и анализ результатов.

5. Объектные модели

Модели данных федерации и федератов. Формат описание общей модели данных ОМТ. Способы разработки моделей данных: «сверху вниз» и «снизу вверх». Существующие базовые модели данных: RPR-FOM, BOM, Space FOM. Методологии проектирования сложных систем: DODAF, MODAF.

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

Для практических занятий:

- 1) Для каждого студента требуется рабочее место с ОС Астра Линукс и QT. Библиотеки СПО РСРМ будут развернуты и сконфигурированы на АРМ студентов в процессе выполнения практических заданий.
- 2) С рабочих мест студентов требуется доступ к развернутому ПК ПИВП в составе, требующемся для обучения.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Имитационное моделирование систем - искусство и наука [Текст] = System simulation - the art and science/Р. Шеннон , -М., Мир, 1978

Дополнительная литература

1. Современные операционные системы [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Э. Таненбаум ; [пер. с англ. Н. Вильчинский, А. Лашкевич] . — 3-е изд. — СПб. : Питер, 2015 .— 1120 с
2. Язык программирования С++ [Текст] / Б. Страуструп ; пер. с англ. С. Анисимова, М. Кононова ; под ред. Ф. Андреева, А. Ушакова .— Спец. изд. с авт. изменениями и доп. — М. : Бином Пресс, 2008 .— 1104 с.
3. Технология разработки стандартов и нормативной документации, учебное пособие / Г. В. Попов, Н. Л. Клейменова, А. Н. Пегина, О. А. Орловцева. — Воронеж, ВГУИТ, 2015.— URL: <https://e.lanbook.com/book/76243> (дата обращения: 25.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

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

1. <http://www.machinelearning.ru> – профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных.
2. <http://shad.yandex.ru> – сайт школы анализа данных Яндекса.
3. http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%28%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B9%2C_%D0%9A.%D0%92.%D0%92%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%BE%D0%B2%29

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

1. <https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/standard/1516-2010.html> - стандарты IEEE-1516.2010
2. <https://www.sisostds.org/> - сайт международной организации по стандартизации в области распределенного моделирования SISO
3. <http://rusbitech.ru/products/system-connect> - сайт АО «НПО РусБИТех». Содержит описание отечественных продуктов, реализующих международные стандарты IEEE-1516.2010

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

Студент, изучающий дисциплину, 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.

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 лабораторных работ, для осознание связей между теорией и практическими навыками.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра технологий проектирования сложных технических систем
курс:	<u>4</u>
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Экзамен	
Разработчик:	С.В. Александров

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Компьютерное моделирование» обучающийся должен:

знать:

- особенности построения РМС;
- методологию создания и использования РМС.

уметь:

- проводить анализ предметной области, выделять структурные элементы и их взаимосвязи, влияющие на построение РМС;
- разрабатывать модели данных, соответствующие стандарту IEEE-1516.2010;
- описывать взаимодействие приложений в РМС.

владеть:

- навыками работы с инструментальными средствами разработки РМС;
- навыками проектирования РМС;
- навыками использования IEEE 1516-2010 для построения РМС;
- навыками освоения большого объема информации, относящейся к новым предметным областям;
- навыками совместной работы нескольких коллективов при разработке РМС;
- культурой постановки задач и составления технических заданий.

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

1. Перечислите особенности моделирующих систем по сравнению с инженерными
 2. Приведите пример моделирующей системы, которая не может быть построена как монолитная (не распределенная)
 3. Перечислите классификацию РМС. Приведите пример конкретной РМС и классифицируйте ее согласно описанным признакам
 4. Опишите основные этапы жизненного цикла РМС. Укажите отличия от жизненного цикла инженерных систем
- Оценка умений
5. Опишите структуру демонстрационной РМС в виде UML диаграммы компонентов
 6. Разработайте таблицу типов циркулирующих в РИС сообщений согласно описанной структуре и семантике работы РИС
 7. Опишите моделируемые сущности предметной области в виде таблицы классов объектов ОМТ
 8. Опишите моделируемые события предметной области в виде таблицы классов взаимодействий ОМТ

9. Опишите общий ход моделирования предметной области в виде UML диаграммы вариантов использования

Оценка умений

10. Продемонстрируйте подключение разработанного федерата к центральному компоненту HLA RTI

11. Покажите, что два или более федератов обмениваются данными, описанными в разработанном FOM

12. Покажите, что общий ход выполнения федерации соответствует разработанной ранее диаграмме вариантов использования

13. Продемонстрируйте интеграцию разработанного федерата со средой моделирования ПК ПИВП в части описания задания на моделирование: определения группировок моделируемых объектов и задания параметров выполнения моделей

14. Продемонстрируйте интеграцию разработанного федерата со средой моделирования ПК ПИВП в части автоматического управления выполнения задания на моделирование

15. Продемонстрируйте интеграцию разработанного федерата со средой моделирования ПК ПИВП в части сбора результатов выполнения задания на моделирование

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

1. Задана цена отказа от классификации. Выписать модифицированную формулу байесовского классификатора.
2. Вывести формулу линейного дискриминанта для случая независимых признаков.
3. Вывести формулу наивного байесовского классификатора для случая бинарных признаков (доказать, что он линеен).
4. Вывести формулу градиентного шага в методе логистической регрессии для задачи классификации с двумя классами. Сравнить с правилом Хэбба.
5. Вывести формулу непараметрической регрессии Надарая-Ватсона.
6. Вывести формулу регуляризованного решения задачи многомерной линейной регрессии через сингулярное разложение.
7. Вывести градиентный метод обучения в логистической регрессии.

Выбор модели и отбор признаков

1. В чём отличия внутренних и внешних критериев?
2. Разновидности внешних критериев.
3. Разновидности критерия скользящего контроля.
4. Что такое критерий непротиворечивости? В чём его недостатки?
5. Что такое многоступенчатый выбор модели по совокупности критериев?
6. Основная идея отбора признаков методом полного перебора. Действительно ли это полный перебор?
7. Основная идея отбора признаков методом добавлений и исключений.
8. Что такое шаговая регрессия? Можно ли её использовать для классификации, в каком методе?
9. Основная идея отбора признаков методом поиска в глубину.
10. Основная идея отбора признаков методом поиска в ширину.
11. Что такое МГУА?
12. Основная идея отбора признаков с помощью генетического алгоритма.
13. Основная идея отбора признаков с помощью случайного поиска.
14. В чём отличия случайного поиска от случайного поиска с адаптацией?

Нейронные сети

1. Приведите пример выборки, которую невозможно классифицировать без ошибок с помощью линейного алгоритма классификации. Какова минимальная длина выборки, обладающая данным свойством? Какие существуют способы модифицировать линейный алгоритм так, чтобы данная выборка стала линейно разделимой?
2. Почему любая булева функция представима в виде нейронной сети? Сколько в ней слоёв?
3. Метод обратного распространения ошибок. Основная идея. Основные недостатки и способы их устранения.
4. Как можно выбирать начальное приближение в градиентных методах настройки нейронных сетей?
5. Как можно ускорить сходимость в градиентных методах настройки нейронных сетей?
6. Что такое диагональный метод Левенберга-Марквардта?
7. Что такое «паралич» сети, и как его избежать?
8. Как выбирать число слоёв в градиентных методах настройки нейронных сетей?
9. Как выбирать число нейронов скрытого слоя в градиентных методах настройки нейронных сетей?
10. В чём заключается метод оптимального прореживания нейронной сети? Какие недостатки стандартного алгоритма обратного распространения ошибок позволяет устранить метод ODB?

Композиции алгоритмов классификации

1. Дать определение алгоритмической композиции (помнить формулу). Какие типы корректирующих операций вы знаете?
2. Какие типы голосования вы знаете? Какой из них наиболее общий? (помнить формулу)
3. Как обнаружить объекты-выбросы при построении композиции классификаторов для голосования по большинству?
4. Как обеспечивается различность базовых алгоритмов при голосовании по большинству?
5. Как обеспечивается различность базовых алгоритмов при голосовании по старшинству?
6. Какие возможны стратегии выбора классов базовых алгоритмов при голосовании по старшинству?
7. Какие две эвристики лежат в основе алгоритма AdaBoost?
8. Как обнаружить объекты-выбросы в алгоритме AdaBoost?
9. Достоинства и недостатки алгоритма AdaBoost.
10. Основная идея алгоритма AnyBoost.
11. Основная идея метода bagging.
12. Основная идея метода случайных подпространств.
13. Что такое смесь экспертов (помнить формулу)?
14. Приведите примеры выпуклых функций потерь. Почему свойство выпуклости помогает строить смеси экспертов?

Логические алгоритмы классификации

1. Что такое логическая закономерность? Приведите примеры закономерностей в задаче распознавания спама.
2. Часто используемые типы логических закономерностей.
3. Дайте определение эпсилон-дельта-логической закономерности (помнить формулы).
4. Дайте определение статистической закономерности (помнить формулы).
5. Сравните области статистических и логических закономерностей в (p,n) -плоскости.
6. С какой целью делается бинаризация?
7. В чём заключается процедура бинаризации признака?
8. Как происходит перебор в жадном алгоритме синтеза информативных конъюнкций?
9. Какие критерии информативности используются в жадном алгоритме синтеза информативных конъюнкций и почему?
10. Как приспособить жадный алгоритм синтеза конъюнкций для синтеза информативных шаров?
11. Что такое стохастический локальный поиск?
12. В чём отличия редукции и стабилизации? В чём их достоинства и недостатки?

13. Что такое решающий список?
14. Какие критерии информативности используются при синтезе решающего списка и почему?
15. Достоинства и недостатки решающих списков.
16. Что такое решающее дерево?
17. Какие критерии информативности используются при синтезе решающего дерева и почему?
18. Достоинства и недостатки решающих деревьев.
19. Зачем делается редукция решающих деревьев?
20. Какие есть два основных типа редукции решающих деревьев?
21. Как преобразовать решающее дерево в решающий список, и зачем это делается?
22. Что такое ADT (alternating decision tree)? Как происходит построение ADT?
23. Основная идея алгоритма КОРА.
24. Почему возникает проблема предпочтения признаков с меньшими номерами в алгоритме КОРА? Как она решается?
25. Основная идея алгоритма ТЭМП.
26. Какие критерии информативности используются в алгоритме ТЭМП и почему?
27. Почему возникает проблема дублирования закономерностей в алгоритме ТЭМП? Как она решается?
28. Достоинства и недостатки алгоритма ТЭМП.
29. Как использовать алгоритм AdaBoost для построения взвешенного голосования закономерностей?
30. Какой критерий информативности используется в алгоритме AdaBoost?
31. Структура алгоритма вычисления оценок (АВО).
32. Что такое ассоциативное правило? Приведите пример ассоциативного правила в задаче анализа потребительских корзин.
33. Основная идея алгоритма поиска ассоциативных правил APriority.

Кластеризация и таксономия

1. Каковы основные цели кластеризации?
2. Основные типы кластерных структур. Приведите для каждой из этих структур пример алгоритма кластеризации, который для неё НЕ подходит.
3. В чём заключается алгоритм кратчайшего незамкнутого пути? Как его использовать для кластеризации? Как с его помощью определить число кластеров? Всегда ли это возможно?
4. Основная идея алгоритма ФорЭл.
5. Как вычисляются центры кластеров в алгоритме ФорЭл, если объекты — элементы метрического (не обязательно линейного векторного) пространства?
6. Какие существуют функционалы качества кластеризации и для чего они применяются?
7. Основные отличия алгоритма k-средних и ЕМ-алгоритма. Кто из них лучше и почему?
8. Основная идея иерархического алгоритма Ланса-Вильямса.
9. Какие основные типы расстояний между кластерами применяются в алгоритме Ланса-Вильямса?
10. Какие расстояния между кластерами, применяемые в алгоритме Ланса-Вильямса, лучше и почему?
11. Что такое дендрограмма? Всегда ли её можно построить?

Билет 1

1. Как приспособить ЕМ-алгоритм для решения задачи с частичным обучением?
2. Какие способы решения задачи с частичным обучением Вы знаете?

Билет 2

1. Почему задачи с частичным обучением выделены в отдельный класс? Приведите примеры, когда методы классификации и кластеризации дают неадекватное решение задачи с частичным обучением.
2. Как приспособить графовые алгоритмы кластеризации для решения задачи с частичным обучением?

Билет 3

1. Как устроена самоорганизующаяся карта Кохонена?
2. Как интерпретируются карты Кохонена?

Билет 4

1. Какой функционал качества оптимизируется сетью Кохонена? (помнить формулу)
2. В чем отличия правил мягкой и жёсткой конкуренции? В чём преимущества мягкой конкуренции?

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - 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 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - 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 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

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 литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций. Экзамен может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме. Экзамен проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.