

ФАНО России

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения
Российской академии наук
(ИВТ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИВТ СО РАН
Ю.И. Шокин Ю.И. Шокин
« 15 » 01 2015 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Технические и программные средства научных исследований в области
информационных технологий и математического моделирования**

Направление подготовки: 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Направленности подготовки:

05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей;

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ;

05.25.05 – Информационные системы и процессы;

25.00.35 – Геоинформатика

Статус дисциплины:
Блок 1 «Дисциплины»
Вариативная часть. Дисциплины по выбору

Новосибирск

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 875, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 20 августа 2014 года № 33685.

Рецензент:

д.т.н., зав. лабораторией



Жижимов О.Л.

Составители рабочей программы:

к.т.н., н.с.



Ракитский А. А.

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ИВТ СО РАН, протокол № 1 от «15» 01 2015 г.

Председатель Ученого совета
академик



Ю.И. Шокин

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Технические и программные средства научных исследований в области информационных технологий и математического моделирования» является подготовка обучающегося к последующей профессиональной научно-исследовательской деятельности.

Для достижения цели ставятся следующие **задачи освоения дисциплины**:

- изучение основных современных технических и программных средств научных исследований в области информационных технологий, распространённых и часто используемых методов математического моделирования, современных информационных инструментов для обработки и исследования информации;
- обучение основным подходам проектирования математических и программных моделей, методам и техническим средствам проведения научных экспериментов и графического отображения;
- применение изученных методов для решения различных прикладных задач, связанных с информационными технологиями, параллельными высокопроизводительными вычислениями, анализом больших объемов данных, моделированием физических и информационных процессов.

2. Место дисциплины в структуре программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Дисциплина «Технические и программные средства научных исследований в области информационных технологий и математического моделирования» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы аспирантуры по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника по всем профилям (направленностям).

Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану составляет 3 зач.ед. (108 часов), из них семинарских занятий – 28 часов, практических занятий – 8 часов, самостоятельной работы – 72 часов. Дисциплина реализуется на 2 курсе, в 4 семестре, продолжительность обучения – 1 семестр.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Технические и программные средства научных исследований в области информационных технологий и математического моделирования» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника:

а) универсальных (УК):

УК-1 - Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

УК-3 – Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

УК-6 –Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

б) общепрофессиональных (ОПК):

ОПК-1 – Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.

в) профессиональных (ПК):

ПК-1 – Способность применять и разрабатывать методы и средства системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации применительно к сложным системам, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования.

ПК-2 – Способность объективно оценивать профессиональный уровень результатов научных исследований, в том числе с помощью международных баз данных публикационной активности.

ПК-3 – Способность выполнять теоретические исследования процессов создания, накопления и обработки информации, включая анализ и создание моделей данных и знаний, языков их описания и манипулирования, разработку новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные математические методы и средства поддержки интеллектуальной обработки данных;
- основные показатели публикационной активности;
- классические методы и средства системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

Уметь:

- применять классические методы и средства системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;
- осуществлять поиск информации в базах eLibrary, Scopus, WebofScience;
- осуществлять анализ моделей данных и знаний, языков их описания и манипулирования.

Владеть:

- базовыми навыками выбора методов и средств системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;
- навыками работы в базах eLibrary, Scopus, WebofScience;
- базовыми навыками теоретических исследований процессов создания, накопления и обработки информации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего	
	зач.ед.	час.
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108
<i>Аудиторные занятия</i>		36
Лекции (Л)		28
Практические занятия (ПЗ)		8
Семинары (С)		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		
Самостоятельная работа (СР):		72
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским и практическим занятиям) и самостоятельное изучение теоретического курса.		

Вид промежуточной аттестации:	Экзамен
--------------------------------------	----------------

5.Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Форма текущей аттестации
1.	Современные научные информационные системы	Современные информационные системы для агрегации и поиска научных статей и публикаций, такие как scholar.google.com, arxiv.org и т.д. Основные понятия и термины. Распространенные базы данных научных публикаций (Web of Science, Scopus, РИНЦ и т.д.) и особенности работы с ними. Методы и средства проведения вычислительного эксперимента. Ведение протокола, подготовка презентации и отчета. Электронная публикация отчета, статьи, книги.	Опрос, дискуссия
2.	Современные языки программирования и средства разработки	Самые распространённые языки программирования (Java, C++, C#, Python и другие), особенности этих языков. Целесообразность использования того или иного языка программирования (или их сочетания) в зависимости от исследуемой задачи, примеры использования. Популярные среды разработки, особенности настройки и дальнейшей работы в этих средах. Основные библиотеки и программные пакеты, чаще всего используемые в научных исследованиях, экспериментах и в процессе моделирования. Пакеты для научных и технических расчетов. Пакеты MATLAB, MATCAD - краткая характеристика и классификация. Специализированные и универсальные пакеты: характеристика и классификация. Краткое описание пакетов MATHEMATICA, MAPLE, AXIOM, MAXIMA, MuPAD и др.	Проверочная работа
3.	Способы построения моделей, объектно-ориентированное программирование	Классы, объекты. Наследование, инкапсуляция, полиморфизм. Особенности реализации объектной модели в разных языках программирования. Разработка собственных классов и компонент. Применение объектного подхода для решения вычислительных задач и типичных задач в области информационных технологий. Теория графов. Области применения и примеры представления исследуемого процесса или объекта в виде графа. Основные алгоритмы на графах, особенности представления и обработки графов.	Опрос, дискуссия
4.	Вычислительные методы	Интерполяция, аппроксимация, экстраполяция. Методы решения систем уравнений, методы вычислительной геометрии (триангуляция, выпуклая оболочка и т.д.). Метод Монте-Карло и его использование при моделировании процессов или исследуемых данных. Использование численных методов при моделировании физических процессов.	Опрос, дискуссия
5.	Базы данных и репозитории	Основные понятия баз данных, способы их классификации, принципы организации структур данных и соответствующие им типы систем управления базами данных (СУБД). Средства и методы разработки программ для работы с данными	Опрос, дискуссия

		из баз данных.	
6.	Распределённые и параллельные вычисления	Программное обеспечение параллельных вычислений. Две модели программирования: последовательная и параллельная. Параллелизм данных и задач. Вычислительные кластеры. Трудозатраты на распараллеливание или векторизацию программы. Методы векторизации и распараллеливания программ. Применение разных языков программирования. Взаимодействие трех частей программ - параллельной, последовательной и обменом данными. Синхронизация процессов. Параллельные библиотеки. Инженерные и научные задачи. Алгоритмы для высокопроизводительных вычислений. Коллективные взаимодействия процессов и их синхронизация. Работа с группами процессов. Примеры MPI-программ. Параллельные библиотеки универсальных и специальных методов решения научных задач.	Проверочная работа

6. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Объем часов / зачетных единиц					
		Всего (ауд. ч.)	Из них				СР
			Л	С	ПЗ	КСР	
1.	Современные научные информационные системы	6	5		1		16
2.	Современные языки программирования и средства разработки	6	5		1		10
3.	Способы построения моделей, объектно-ориентированное программирование	6	5		1		10
4.	Вычислительные методы	6	4		2		16
5.	Базы данных и репозитории	6	4		2		10
6.	Распределённые и параллельные вычисления	6	5		1		10
	ИТОГО	36	28		8		72

7. Текущий контроль промежуточная аттестация. Фонд оценочных средств.

Текущий контроль по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса-ответа в рамках участия обучающихся в обсуждениях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем дисциплины.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина – активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по четырехбалльной системе (5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно).

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в форме *экзамена* в соответствии с локальным актом ИВТ СО РАН – Положением о промежуточной аттестации

аспирантов ИВТ СО РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация осуществляется в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса. Обучающийся допускается к экзамену в случае выполнения всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и/или невыполненных заданий) аспирант обрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на экзамене по четырехбалльной системе (5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно).

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме экзамена

Оценка экзамена (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Отлично</i>	Аспирант демонстрирует всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, а также умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой; в полном объеме усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии.
<i>Хорошо</i>	Аспирант демонстрирует полное знание учебно-программного материала; успешно выполнил предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; показал систематический характер знаний в области численного моделирования случайных процессов и полями способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний.
<i>Удовлетворительно</i>	Аспирант демонстрирует знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы; в целом справился с выполнением заданий, предусмотренных программой; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. При этом, хотя аспирант допускает погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, у него есть необходимые знания для их устранения под руководством преподавателя.
<i>Неудовлетворительно</i>	Аспирант при ответе обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Форма контроля знаний	Вид	Примечание
Опрос, Дискуссия	Текущий контроль	Подготовка и ответ на семинарском занятии по заданным вопросам Обсуждение проблематики предмета
Домашнее задание: проверочные работы	Текущий контроль	Домашнее задание
Экзамен	Промежуточная аттестация	Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену

1. Информационные системы поиска научной литературы.
2. Понятия и термины, используемые в системах поиска и базах данных научных публикаций.
3. Базы данных научных публикаций.
4. Методы и средства проведения вычислительного эксперимента.
5. Основные отличительные особенности разных языков программирования.
6. Особенности выбора языка программирования в зависимости от исследуемой задачи.
7. Среда разработки. Что такое, примеры, особенности.
8. Пакеты для научных и технических расчетов. Их характеристика и классификация.
9. Классы, объекты. Наследование, инкапсуляция, полиморфизм.
10. Особенности реализации объектной модели в разных языках программирования.
11. Применение объектного подхода для решения вычислительных задач и типичных задач в области информационных технологий.
12. Теория графов. Основные понятия и определения.
13. Примеры применения теории графов для научных исследований.
14. Основные алгоритмы на графах.
15. Представление графов и их обработка.
16. Основные численные методы.
17. Вычислительная геометрия.
18. Метод Монте-Карло. Применение.
19. Классификация баз данных. Понятие репозитория.
20. Параллельные вычисления. Основные определения, области применения.
21. Параллельные вычисления. Программное обеспечение, архитектура параллельных ВС.
22. Методы векторизации и распараллеливания.
23. Параллельные библиотеки.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. **Новиков, А.М.** Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2010 – 280 с.
2. **Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.** Численные методы. –М: Бином, Лаборатория знаний, 2008
3. **Орешкова, М.Н.** Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие / М.Н. Орешкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. - Архангельск : САФУ, 2015. - 120 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01040-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397> (22.12.2017).
4. **Леоненков, А.** Нотация и семантика языка UML / А. Леоненков. - 2-е изд., исправ. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 205 с. : ил. - (Основы информационных технологий). - Библиогр. в кн. - ISBN 5-94774-408-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429143> (22.12.2017).
5. **Костюкова, Н.** Графы и их применение / Н. Костюкова. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 148 с. : ил. - ISBN 978-5-9556-0069-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429066> (22.12.2017).
6. **Николаев, Е.И.** Параллельные вычисления : учебное пособие / Е.И. Николаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 185 с. : ил. -

- Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124> (22.12.2017).
7. **Хаггарти, Р.** Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Р. Хаггарти ; пер. англ. под ред. С.А. Кулешов ; пер. с англ. А.А. Ковалев, В.А. Головешкин, М.В. Ульянов. - изд. 2.е, испр. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2012. - 400 с. : табл., схем. - (Мир программирования). - ISBN 978-5-94836-303-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89024> (22.12.2017).

Дополнительная литература

1. Векторизация программ: теория, методы, реализация: Пер. с англ. и нем. / Под ред. Г.Д. Чинина. - М.: Мир, 1991.
2. **Страуструп Б.** Язык программирования C++: Пер. с англ. — 3-е спец. изд. — М.: Бином, 2003. — 1104 с.
3. **Вебер Дж.** Технология Java в подлиннике: Пер. с англ. - СПб.:БХВ-Петербург, 1997.
4. **Воеводин В.В.** Математические основы параллельных вычислений. - М.: Изд-во МГУ, 1991.
5. **Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж.** Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования: Пер. с англ. - СПб.: Питер, 2001.
6. **Йордан Э., Аргила К.** Структурные модели в объектно-ориентированном анализе и проектировании: Пер. с англ. - М.: Лори, 1999.
7. Программирование на параллельных вычислительных системах под ред. Р.Бэбба. - М.: Мир, 1991.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. ОС Windows или Linux
2. Visual Studio
3. e-maxx.ru/algo
4. algolist.manual.ru

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- аудиторный фонд ИВТ СО РАН;
- ноутбук, мультимедиа-проектор, экран;
- рабочее место с выходом в Интернет;
- библиотечный фонд ИВТ СО РАН.

Дополнения и изменения в рабочей программе

За _____ / _____ учебный год

В рабочую программу курса «Технические и программные средства научных исследований в области информационных технологий и математического моделирования» образовательной программы по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника по направленностям подготовки 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 05.25.05 - Информационные системы и процессы, 25.00.35 – Геоинформатика вносятся следующие изменения: