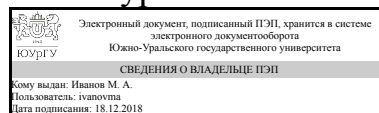


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Материаловедение и
металлургические технологии



М. А. Иванов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА к ОП ВО от 28.11.2018 №007-03-1862

дисциплины Б.1.04 Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов

для направления 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

уровень магистр тип программы Прикладная магистратура

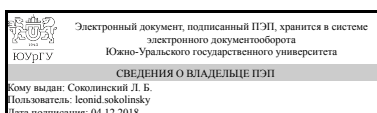
магистерская программа Материаловедение: структура и свойства материалов

форма обучения очная

кафедра-разработчик Системное программирование

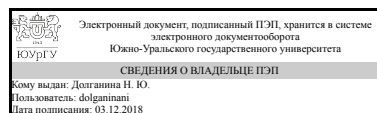
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.08.2015 № 907

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

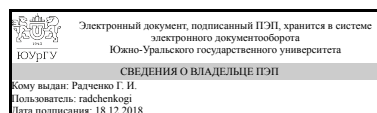
Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Н. Ю. Долганина

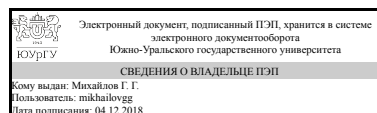
СОГЛАСОВАНО

Директор института
разработчика
к.физ-мат.н., доц.



Г. И. Радченко

Зав.выпускающей кафедрой
Материаловедение и физико-
химия материалов
д.техн.н., проф.



Г. Г. Михайлов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: ознакомление студентов с современными высокопроизводительными вычислениями и специализированными пакетами программ, которые используются для решения задач на суперкомпьютерах. Задачи изучения дисциплины: приобретение студентами прочных знаний и практических навыков в области, определяемой основной целью дисциплины. В результате изучения дисциплины студенты должны уметь решать задачи на суперкомпьютере в параллельном режиме.

Краткое содержание дисциплины

Расчеты на суперкомпьютере с использованием специализированных программных пакетов. Модели, их типы. Природа моделей. Моделирование. Цели моделирования. Этапы моделирования. CAE/CAD системы. Основные понятия. История развития CAE/CAD систем. Примеры CAE/CAD систем. Возможности CAE/CAD систем. Обмен файлами между суперкомпьютером и персональным компьютером, постановка задачи на решение на суперкомпьютере. Задачи для суперкомпьютеров. Приложения, где используются суперкомпьютерные вычисления. Методы, используемые для решения задач на суперкомпьютерах в специализированных пакетах программ. Метод конечных элементов. Метод конечных объемов. Преимущества и недостатки методов. Сходимость и точность. Общие принципы построения пакетов программ, реализующих метод конечных элементов и метод конечных объемов. Базовые понятия параллельных вычислений. Необходимость и значимость параллельных вычислений. Режимы выполнения задач: последовательный, псевдопараллельный, параллельный. Виды параллелизма: многопроцессорная обработка, конвейерная обработка, векторная обработка. Пути достижения параллелизма вычислений. Суперкомпьютеры: производительность, списки Top500, Top50. Классификация параллельных систем: систематика Флинна. Кластеры. Топология соединительных сетей мультимикрокомпьютеров. Оценка эффективности параллельных вычислений: ускорение, эффективность, стоимость. Закон Амдала. Закон Густафсона.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-7 готовностью самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы) и ставить новые исследовательские задачи	Знать: Базовые понятия параллельных вычислений.
	Уметь: Решать задачи на параллельных вычислительных системах с применением специализированных программных пакетов.
	Владеть: Основами технологий современных высокопроизводительных вычислений.
ОПК-3 способностью самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности	Знать: Основные понятия о параллельных вычислительных системах.
	Уметь: Работать с очередью задач на суперкомпьютере.
	Владеть: Решением задач на суперкомпьютере в

	специализированных программных.
ПК-1 готовностью к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов	Знать:Пакеты программ, которые используются для решения задач на суперкомпьютерах.
	Уметь:Управлять задачами, которые решаются на суперкомпьютере.
	Владеть:Обменом файлами между суперкомпьютером и персональным компьютером.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.01 Иностранный язык в профессиональной деятельности	Научно-исследовательская работа (3 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.01 Иностранный язык в профессиональной деятельности	Умение читать и переводить с иностранного языка на русский.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	40	40
Написание рефератов	21	21
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия	14	14
Подготовка к зачету	5	5
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Расчеты на суперкомпьютерах с использованием специализированных программных пакетов.	20	8	12	0
2	Базовые понятия параллельных вычислений.	12	8	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Модели, их типы и моделирование.	2
2	1	CAE/CAD системы. Основные понятия. Примеры CAE/CAD систем.	2
3	1	Задачи для суперкомпьютеров.	2
4	1	Методы, используемые для решения задач на суперкомпьютерах в специализированных пакетах программ.	2
5	2	Понятие параллельных вычислений.	2
6	2	Обзор параллельных вычислительных систем.	2
7	2	Классификация параллельных вычислительных систем.	2
8	2	Оценка эффективности параллельных вычислений.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Создание геометрической модели снизу вверх и сверху вниз. Копирование, перемещение, отражение объектов. Формирование модели при помощи булевых операций. Пакет программ ANSYS.	4
3-4	1	Решение задач с применением стержневых, балочных, двумерных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.	4
5-6	1	Решение задач с применением оболочечных, объемных конечных элементов. Пакет программ ANSYS.	4
7-8	2	Решение задач на суперкомпьютере. Пакет программ ANSYS.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Написание рефератов	Студент самостоятельно подбирает литературу в библиотеке и сети Интернет по теме реферата; [Метод. лит., 3], с. 39.	21
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия	[Осн. лит., 2], Гл. 3-4: с. 417–535; [Метод. лит., 3], с. 39–40.	14
Подготовка к зачету	[Осн. лит., 1], Часть 1, Гл. 1-3: с. 11–75; [Метод. лит., 3], с. 40-42.	5

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Компьютерная симуляция	Практические занятия и семинары	Компьютерное и суперкомпьютерное моделирование практических задач	16
Разбор конкретных ситуаций	Лекции	Обсуждение решения реальных задач на суперкомпьютерах	2

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Суперкомпьютерное моделирование прикладных задач

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Расчеты на суперкомпьютерах с использованием специализированных программных пакетов.	ОК-7 готовностью самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы) и ставить новые исследовательские задачи	Зачет	1-12
Базовые понятия параллельных вычислений.	ОПК-3 способностью самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности	Зачет	13-36
Базовые понятия параллельных вычислений.	ПК-1 готовностью к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов	Зачет	37-50
Все разделы	ОК-7 готовностью самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы) и ставить новые исследовательские задачи	Написание рефератов	1-20
Расчеты на суперкомпьютерах с использованием специализированных	ОК-7 готовностью самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы) и	Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и	1

программных пакетов.	ставить новые исследовательские задачи	практические занятия	
----------------------	--	----------------------	--

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Зачет проводится в форме устного опроса. Каждому студенту задается по одному вопросу или заданию из каждой темы, выносимой на зачет.	Зачтено: 50-100% правильных ответов. Не зачтено: 0-49% правильных ответов.
Написание рефератов	Проверка преподавателем текста реферата.	Зачтено: Задание считается сданным (зачтенным), если студент предоставил реферат по заданной теме. Не зачтено: Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не предоставил реферат по заданной теме.
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия	Преподаватель проверяет конспект тем, не выносимых на лекции и практические занятия.	Зачтено: Задание считается сданным (зачтенным), если студент предоставил конспект всех тем, выносимых на лекции и практические занятия. Не зачтено: Задание считается не сданным (не зачтенным), если студент не предоставил конспект всех тем, выносимых на лекции и практические занятия.

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	1. Что такое модель? 2. Что такое моделирование? 3. Перечислите основные этапы моделирования. 4. Каким выражением связаны между собой вектор нагрузок, матрица жесткости, и вектор перемещений? 5. Назовите основные недостатки метода конечных элементов (МКЭ). 6. С чем связаны погрешности метода конечных элементов? 7. Какой прием используется для оценки погрешности метода конечных элементов? 8. Что содержит в себе информационная часть конечно элементного пакета программ? 9. Что содержит в себе вычислительная часть конечно элементного пакета программ? 10. Что записывается файл протокола? 11. Какая информация может храниться в файле базы данных (*.DB)? 12. 9. Какова последовательность расчета конструкции в среде комплекса МКЭ ANSYS? 13. Определение параллельных вычислений? 14. В чем заключается последовательный режим выполнения задач?

15. В чем заключается многозадачный (псевдопараллельный) режим выполнения задач?
16. В чем заключается параллельный режим выполнения задач?
17. В чем заключается многопроцессорная обработка?
18. В чем заключается конвейерная обработка?
19. В чем заключается векторная обработка?
20. В чем заключается векторно-конвейерная обработка?
21. Назовите пути достижения параллелизма.
22. Что такое суперкомпьютер?
23. Что такое флопс (FLOPS)?
24. Что такое пиковая производительность?
25. Что такое Linpack производительность?
26. Что такое кластерная вычислительная система (кластер)?
27. Как классифицируются вычислительные системы по способам взаимодействия потоков выполняемых команд и потоков обрабатываемых данных?
28. На какие классы разделяется вычислительная система с множественным потоком команд и множественным потоком данных (MIMD)?
29. На какие классы разделяются мультипроцессорные системы?
30. На какие классы разделяются мультикомпьютерные системы?
31. Назовите основные недостатки мультипроцессорных систем с однородным доступ к памяти (uniform memory access, UMA).
32. Каким образом можно преодолеть недостатки мультипроцессорных систем с однородным доступ к памяти (uniform memory access, UMA)?
33. Назовите основные преимущества кластерных систем.
34. Назовите основные недостатки кластерных систем.
35. Что из себя представляет вид топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Полный граф»?
36. Что из себя представляет вид топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Линейка»?
37. Что из себя представляет вид топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Кольцо»?
38. Что из себя представляет вид топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Звезда»?
39. Что из себя представляет вид топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Решетка»?
40. Что из себя представляет вид топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Гиперкуб»?
41. Перечислите характеристики топологии сети.
42. Дайте определение характеристике топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Диаметр».
43. Дайте определение характеристике топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Связность».
44. Дайте определение характеристике топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Ширина бинарного деления».
45. Дайте определение характеристике топологии соединительной сети мультикомпьютеров «Стоимость».
46. В каком случае показатель эффективности параллельных вычислений - ускорение будет линейным?
47. В каком случае показатель эффективности параллельных вычислений - ускорение будет сверхлинейным?
48. Приведите формулу, определяющую закон Амдала.

	49. Приведите формулу, определяющую закон Густафсона. 50. Какой параллельный алгоритм называют масштабируемым?
Написание рефератов	1. История создания пакета программ ANSYS. 2. История создания пакета программ DEFORM. 3. История создания пакета программ LS-DYNA. 4. История создания пакета программ ABAQUS. 5. Пакеты программ, реализующие метод конечных элементов. Какие задачи они позволяют решать. 6. Пакеты программ, реализующие метод конечных объемов. Какие задачи они позволяют решать. 7. История развития суперкомпьютерной техники. 8. Метод конечных элементов. Чем обусловлена его популярность. 9. История развития метода конечных элементов. 10. Сравнение метода конечных элементов и метода конечных объемов. 11. Параллельные вычисления. В каких областях науки они применяются. 12. Современные суперкомпьютеры. Самые мощные суперкомпьютеры стран СНГ. 13. Современные суперкомпьютеры. Самые мощные суперкомпьютеры стран мира. 14. История развития суперкомпьютерных вычислений. 15. Обзор технологий параллельного программирования (MPI, OpenMP и др.). 16. Параллельные вычисления сегодня. Чем обусловлен высокий интерес к ним? 17. Архитектура современных суперкомпьютеров. 18. Обзор задач, которые решаются на суперкомпьютерах. 19. CAD и CAE программы. Основные возможности. Примеры. 20. CAM и PLM программы. Основные возможности. Примеры.
Изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия	1. [Осн. лит., 2], Гл. 3-4: с. 417–535.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Каплун, А. Б. Ansys в руках инженера Текст практ. рук. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева ; предисл. А. С. Шадского. - Изд. стер. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 269 с. ил.
- Басов, К. А. ANSYS Текст справ. пользователя К. А. Басов. - 2-е изд., стер. - М.: ДМК-Пресс, 2012. - 639 с. ил.
- Гергель, В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем Текст учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" В. П. Гергель ; Б-ка Нижегород. гос. ун-та им. Н. И. Лобачевского ; Суперкомпьютерный консорциум университетов России. - Москва: Физматлит, 2010. - 539, [4] с. ил. 25 см
- Практикум по методам параллельных вычислений Текст учебник для вузов по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и

информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" А. В. Старченко и др.; под ред. А. В. Старченко ; Том. гос. ун-т. - М.: Издательство Московского университета, 2010. - 199 с. ил. 21 см

5. Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности Текст Вып. 3 альманах под ред. В. А. Садовниченко и др.; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова и др. - М.: Издательство МГУ, 2012. - 229, [2] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления Учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 599 с.

2. Басов, К. А. Графический интерфейс комплекса ANSYS К. А. Басов. - М.: ДМК-Пресс, 2006. - 247 с.

3. Чернявский, А. О. Практическое применение метода конечных элементов в зачетах расчета на прочность Учеб. пособие А. О. Чернявский; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. механика, динамика и прочности машин; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 89 с. ил.

4. Чигарев, А. В. ANSYS для инженеров Справ. пособие А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. - М.: Машиностроение: Машиностроение-1, 2004. - 511 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование, науч. журн., Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ.

2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика, науч. журн., Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ.

3. Supercomputing frontiers and innovations, науч. журн., Chelyabinsk: Publishing center of South Ural State University.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов».

2. Методические указания по освоению дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов».

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

3. Методические указания по освоению дисциплины «Суперкомпьютерное моделирование технических устройств и процессов».

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный)
---	----------------	-------------------------	--	--

				/ свободный доступ)
1	Основная литература	Федорова, Н.Н. Основы работы в ANSYS 17. [Электронный ресурс] / Н.Н. Федорова, С.А. Вальгер, М.Н. Данилов, Ю.В. Захарова. – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный
2	Основная литература	Басов, К.А. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 240 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1295 – Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный
3	Основная литература	Басов, К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 248 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1290 – Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный
4	Основная литература	Басов, К.А. ANSYS: справочник пользователя. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 640 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1335 – Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный
5	Основная литература	Темис, Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов. [Электронный ресурс] / Ю.М. Темис, Х.Х. Азметов. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 51 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52253 – Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный
6	Дополнительная литература	Павлов, А.С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS: практикум для вузов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. – 34 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/63695 – Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный
7	Дополнительная литература	Шашурин, В.И. Решение задач механики сплошной среды в программном комплексе ANSYS. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 40 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/52147 – Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПБК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	202 (3г)	Компьютер, проектор, программа Microsoft Office
Практические занятия и семинары	110 (3г)	Компьютеры, подключение к сети Интернет, суперкомпьютер, система «Персональный виртуальный компьютер», пакет программ ANSYS