

УДК 519.6:004.94:378

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПАКЕТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SPECIALIZED PACKAGES IN THE EDUCATIONAL PROCESS

©Зуев В. С.,

ORCID: 0000-0003-0421-8026,

Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия, viktor_zuev@inbox.ru

©Zuev V.,

ORCID: 0000-0003-0421-8026,

Saint-Petersburg State University,
St. Petersburg, Russia, viktor_zuev@inbox.ru

©Гасратова Н. А.,

канд. физ.-мат. наук, ORCID: 0000-0003-4817-327X,

Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия, n.gasratova@spbu.ru

©Gasratova N.,

PhD, ORCID: 0000-0003-4817-327X,

Saint-Petersburg State University,
St. Petersburg, Russia, n.gasratova@spbu.ru

©Шушмакова Н. С.,

ORCID: 0000-0003-4972-6577,

Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия, natashashishmakova14@gmail.com

©Shishmakova N.,

ORCID: 0000-0003-4972-6577,

Saint-Petersburg State University,
St. Petersburg, Russia, natashashishmakova14@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлен сравнительный анализ комплекса мультифизических программ на примере ANSYS и Comsol Multiphysics.

Были рассмотрены преимущества и недостатки ПО, а также основные отличия. При помощи данных программ проведено решение типовой тестовой задачи.

Полученные результаты сопоставлены между собой, а также сопоставлены с аналитическими расчетами.

Abstract. This paper presents a comparative analysis of the complex of multiphysical programs, for example, ANSYS and Comsol Multiphysics.

The advantages and disadvantages of the software, as well as the main differences were considered.

With the help of these programs, the solution of a typical test problem is carried out. The results are compared with each other and compared with analytical calculations.

Ключевые слова: метод конечных элементов, программное обеспечение, ANSYS, Comsol Multiphysics, задача Кирша.

Keywords: finite element method, software, ANSYS, Comsol Multiphysics, Kirsch problem.

Введение

В ходе освоения дисциплин, таких как математическая физика, математическое моделирование непрерывных процессов, а также при расчете на прочность элементов конструкций и систем, предлагаются дополнительно работы, которые выполняются в специализированном программном обеспечении, тем самым обеспечивая наглядность и раскрывает особенности того или иного процесса. В большей степени это связано с тем, что проводить реальные эксперименты порой бывает слишком затратно.

Основными лидерами среди вышеуказанных программ являются ANSYS Multiphysics и Comsol Multiphysics. Данные программы уже давно зарекомендовали себя как наиболее эффективные продукты в своем классе. Чтобы наглядно проиллюстрировать преимущества и недостатки ANSYS и Comsol Multiphysics, сравним программы по ряду параметров: функциональность, интерфейс, системные требования ПО, стоимость лицензии, а также проверить программы в тестах.

Функциональность

Пакет программ ANSYS предназначен для расчетов и моделирования большинства физических процессов, таких как: электромагнетизм, теплообмен, гидродинамика, напряженно-деформированное состояние тела, а также позволяет моделировать некоторые химические реакции (1). Схожим функционалом обладает прикладной пакет Comsol Multiphysics, помимо всего прочего, он имеет модуль решения задач биоинженерии (2), [1]. В каждой из программ предусмотрено два основных способа реализации поставленной задачи: через графический интерфейс или через написание кода, для этого в ANSYS существует собственный язык программирования ANSYS Parametric Design Language (APDL), а в Comsol интеграция программного кода реализована посредством скриптов Matlab.

Интерфейс

При выборе того или иного программного пакета не маловажным фактором является удобство и понятность не только интерфейса для пользователя, но и заложенных теоретических основ для численного моделирования. В этом случае хочется выделить пакет Comsol Multiphysics. По сравнению с ANSYS он имеет ряд преимуществ:

- Comsol Multiphysics – это единый продукт, в отличие от ANSYS, который раздроблен на целое семейство подпрограмм;
- Интуитивно понятный интерфейс от задания геометрии до визуализации результатов, однако всегда на помощь может прийти Help;
- Очень большая встроенная библиотека материалов;
- На официальном сайте Comsol имеется огромное количество обучающих вебинаров и уже решенных задач на русском языке;

Тесты

Данные программы уже давно апробированы при решении задач [2–5] и предоставляли вполне удовлетворительные численные решения. Оба прикладных пакета реализованы посредством метода конечных элементов (МКЭ). МКЭ — один из наиболее универсальных численных методов решения интегральных и дифференциальных уравнений с заданными краевыми условиями. Данный метод широко используется для решения задач

математической физики. На основе этого метода и основано решение задач как в Comsol Multiphysics, так и в ANSYS [6], однако, надо учитывать, что рассматриваемые ПО являются сложным инструментом и правильное его использование требует хорошей теоретической подготовки в области моделируемого процесса [7].

Также хочется отметить, что главным образом ANSYS и Comsol Multiphysics отличаются по своей концепции. В Comsol Multiphysics всегда, при использовании любого модуля, четко видны постановка задачи, уравнения, описывающие процесс, и краевые условия в явном виде, а также есть возможность добавления дополнительно своих условий. В ANSYS, напротив, математическая постановка скрыта от пользователя и очень привязана к выбору типа элемента. В Comsol Multiphysics выбор элемента ни к чему не обязывает, уравнения задаются отдельно при выборе модуля или заданием их коэффициентов и констант. Выбор элемента в ANSYS означает выбор уравнений, описывающих процесс. Однако с выбором элементов нужно быть осторожным и четко понимать на какой теории они построены, за частую, выбрав устаревший тип элемента, можно получить ошибочный результат. Так, например, при моделировании всем известной задачи Кирша, об одноосном растяжении бесконечной пластины с круглым отверстием посередине, в ANSYS можно подойти к решению задачи разными способами. При задании элемента можно использовать тип либо PLANE182, либо четырех узловые элементы SOLID, однако в конечном итоге при разбиении области элементы типа SOLID будут автоматически преобразованы в тип PLANE182, такие тонкости могут запутать неопытного пользователя. В Comsol Multiphysics такого нет, и при минимальных теоретических знаниях данную задачу можно с легкостью смоделировать с «нуля» без посторонней помощи, чего не скажешь об ANSYS. Впрочем, если сравнить точность решения вышеуказанной задачи, то оба пакета хорошо показали себя. Как известно аналитически концентрация напряжений на границе отверстия выражается формулой [8]:

$$\frac{\sigma_{\varphi\varphi}}{\sigma} = 1 - 2 \cdot \cos(2x), \text{ где } x = 0, \frac{\pi}{2}.$$

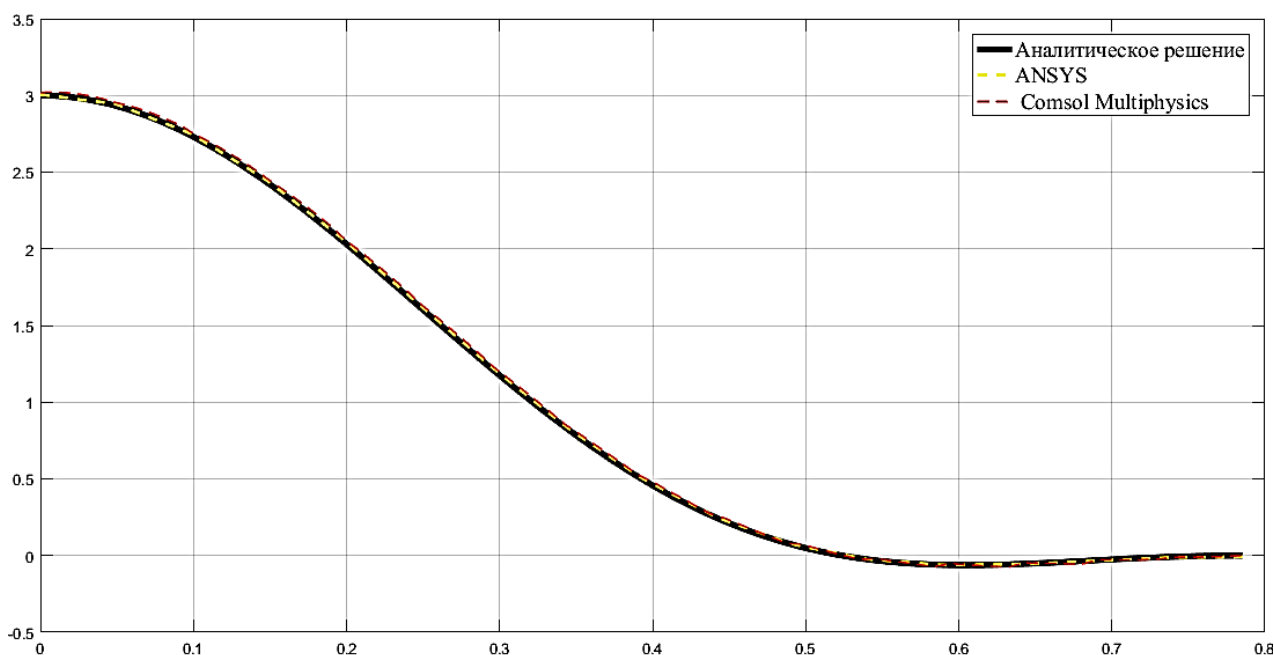


Рисунок. График зависимость концентрации напряжений от длины дуги отверстия.

Как видно из Рисунка, представленного выше, результаты расчетов, полученные в ANSYS и Comsol, практически совпадают, а также совпадают с аналитическим решением. В добавок хочется отметить, максимальное суммарное квадратичное отклонение от аналитического решения составило менее 1%. Стоит признать, что рассматриваемая задача простая в плане геометрии и постановки. Однако, при решении более сложных задач [9] продолжительность расчетов может затянуться от нескольких часов до нескольких недель. Во многом это зависит от сложности геометрии и качества разбиения.

Лицензия

Немаловажным фактором для выбора той или иной программы является стоимость лицензии, а также минимальные системные требования для персонального компьютера. В этом случае хочется отметить, что по данным на 2016 год, стоимость лицензионного программного обеспечения Comsol, рассчитанного на один учебный класс, составляет порядка 3995 евро (3) без учета налогов и сборов. В свою очередь аналогичная сборка ANSYS обойдется почти в 4 раза дороже (4). В эту стоимость водит бессрочная лицензия, а также обновления и техническая поддержка на протяжении 12 месяцев с момента покупки.

Среди недостатков Comsol Multiphysics можно выявить отсутствие публичной студенческой версии в широком доступе, существует лишь пробная 2-х недельная лицензия. В отличие от ANSYS, у которого бесплатная студенческая версия обладает 90% функционала основной версии продукта и при этом не имеет ограничений по времени.

Системные требования

На сегодняшний момент новейшие версии Comsol Multiphysics 5.3a и ANSYS 19.0 имеют следующие показатели (1, 2):

Таблица.

МИНИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО.

	<i>Операционные системы</i>	<i>Объем оперативной памяти, Гб</i>	<i>Объем видеопамати, Гб</i>
ANSYS	Windows; Linux;	2	1
Comsol Multiphysics	Windows; Linux; macOS;	4	1

При этом вышеуказанные программы поддерживают лишь 64-разрядные операционные системы. Касаемо свободного места на жестком диске, оно может варьироваться от 2 до ~10Гб в зависимости от набора продуктов и вариантов установки. Как видно, требования для работы обеих программ не многим отличаются от минимальных требований самой операционной системы. Однако, для ускорения вычислений и обработки результатов необходим более мощный ПК.

Выводы

Подводя итог, хочется отметить, что обе программы имеют ряд достоинств и недостатков. В общем и целом, со своими основными задачами, а именно, моделированием и расчетами, программы справляются одинаково хорошо. Однако, если брать во внимание остальные аспекты данного сравнения, то пакет Comsol Multiphysics является более

предпочтительным. Во многом это связано со стоимостью продукта, которая в разы меньше, чем у ANSYS, а также Comsol имеет более приятный и понятный интерфейс.

Работа выполнена при поддержке Ресурсный центр "Вычислительный центр СПбГУ" (проект №110-6559)

Источники:

- (1). Официальный сайт компании ANSYS Inc. Режим доступа: <https://www.ansys.com/> (дата обращения 16.04.2018).
- (2). Официальный сайт компании COMSOL. Режим доступа: <https://www.comsol.com/> (дата обращения 16.04.2018).
- (3). Прайс-лист COMSOL Multiphysics, на территории Италии. Режим доступа: <https://goo.gl/3LAjw3> (дата обращения 16.04.2018).
- (4). Электронный протокол №6632/X/4 заселения Университета Бергамо, Италия от 25.01.2016. Режим доступа: <https://goo.gl/SrTGi3> (дата обращения 16.04.2018).

Sources:

- (1). Official website of ANSYS Inc. Access mode: <https://www.ansys.com/> (circulation date is 16/04/2018).
- (2). The official website of COMSOL. Access mode: <https://www.comsol.com/> (circulation date 16/04/2018).
- (3). Price list COMSOL Multiphysics, in Italy. Access mode: <https://goo.gl/3LAjw3> (circulation date 16.04.2018).
- (4). Electronic protocol No. 6632 / X / 4 of the settlement of the University of Bergamo, Italy on 25.01.2016. Access mode: <https://goo.gl/SrTGi3> (circulation date 16.04.2018).

Список литературы:

1. Васильев В. А., Калмыкова М. А. Анализ и выбор программных продуктов для решения инженерных задач приборостроения // Современная техника и технологии. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2013/03/1702> (дата обращения 18.04.2018).
2. Papurello D., Iafrate C., Lanzini A., Santarelli M. Trace compounds impact on SOFC performance: Experimental and modelling approach // Applied Energy, 2017, Vol. 208, P. 637-654.
3. Ray K., Basak I. Local heat flux profiles and interfacial thermal resistance in steel continuous casting // Journal of Materials Processing Technology 255, P. 605-610.
4. Akkinpally B., Shim J., Yoo K. Numerical and experimental study on biased tube temperature problem in tangential firing boiler // Applied Thermal Engineering, 2017, Vol. 126, P. 92-99.
5. Leckey C. A. C., Wheeler K. R., Hafiychuk V. N., Hafiychuk H., Timuçin D. A. Simulation of guided-wave ultrasound propagation in composite laminates: Benchmark comparisons of numerical codes and experiment // Ultrasonics. 2018, Vol. 84, P. 187-200.
6. Stolarski T., Nakasone Y., Yoshimoto S. Engineering Analysis with ANSYS Software // Butterworth-Heinemann, 2018, 562 p.
7. Ясницкий Л. Н. Удержаться «на плечах гигантов» // Труды семинара «Компьютерные методы в механике сплошной среды». 2006-2007 гг. 2008. С. 3-15.
8. Хан Х. Теория упругости: Основы линейной теории и ее применения. М.: Мир, 1988. 344 с.

9. Еременко В. Р., Горыня Е. В., Петрова И. С. Численное моделирование столкновения судов // Молодежный научный вестник. 2018. №1 (26). С. 77–82.

References:

1. Vasiliev, V. A., & Kalmykova, M. A. (2013). Analysis and selection of software products for solving engineering problems of instrument engineering. *Modern technology and technology*, Access mode: <http://technology.snauka.ru/2013/03/1702> (the date of circulation is April 18, 2018).

2. Papurello, D., Iafrate, C., Lanzini, A., & Santarelli, M. (2017). Trace compounds impact on SOFC performance: Experimental and modulating approach. *Applied Energy*, (208), 637-654.

3. Ray, K., & Basak, I. Local heat flux profiles and interfacial thermal resistance in steel continuous casting. *Journal of Materials Processing Technology*, (255), 605-610.

4. Akkinepally, B., Shim, J., Yoo, K. (2017). Numerical and experimental study on biased tube temperature in tangential firing boiler. *Applied Thermal Engineering*, 126, 92-99.

5. Leckey, C. A. C., Wheeler, K. R., Hafiychuk, V. N., Hafiychuk, H., & Timuçin, D. A. (2018). Simulation of guided-wave ultrasound propagation in composite laminates: Benchmark comparisons of measured codes and experiment. *Ultrasonics*, (84), 187-200.

6. Stolarski, T., Nakasone, Y., Yoshimoto, S. (2018). Engineering Analysis with ANSYS Software. *Butterworth-Heinemann*, 56.

7. Yasnitsky, L. N. (2008). Keep "on the shoulders of giants. In *Proceedings of the Seminar Computer Methods in Continuum Mechanics. 2006-2007*, 3-15

8. Khan, X. (1988). *Elasticity Theory: Fundamentals of Linear Theory and Its Applications*. Moscow: Mir, 344.

9. Eremenko, V. R., Gorynya, E. V., & Petrova, I. S. (2018). Numerical simulation of collision of ships. *Youth Scientific Bulletin*, 1 (26). 77-82.

*Работа поступила
в редакцию 19.04.2018 г.*

*Принята к публикации
23.04.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Зуев В. С., Гасратова Н. А., Шишмакова Н. С. Преимущества и недостатки специализированных пакетов в образовательном процессе // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №5. С. 31-36. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/zuev> (дата обращения 15.05.2018).

Cite as (APA):

Zuev, V., Gasratova, N., & Shishmakova, N. (2018). Advantages and disadvantages of specialized packages in the educational process. *Bulletin of Science and Practice*, 4(5), 31-36.