

^{1,2}Н.В. Барановский

¹Томский политехнический университет

²Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Томского государственного университета

О ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ ВЫЧИСЛЕНИЯМ ДЛЯ НУЖД МЧС

Несмотря на интенсивный характер развития науки и техники, катастрофические явления и в настоящее время наносят экономический, экологический ущерб и ведут к гибели людей. Ключевым моментом в решении этой проблемы является разработка мер по прогнозу и предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Интенсификация человеческой деятельности привела к увеличению антропогенной нагрузки на лесопокрываемые территории. Как следствие, лесные пожары из природного регулирующего фактора превратились в катастрофическое явление [1]. В последнее время широкое применение в области охраны лесов от пожаров находят информационно-вычислительные технологии. Большую роль начинают играть технологии математического моделирования процессов лесопожарного созревания, сушки и зажигания лесных горючих материалов (ЛГМ). Стремительное развитие микроэлектроники позволяет создавать системы с параллельной обработкой данных различного масштаба: от многоядерного процессора до многопроцессорного суперкомпьютера. Появилась возможность и необходимость разработки параллельных программных средств в области прогноза и мониторинга лесных пожаров. Например, разработан подход ландшафтного распараллеливания для прогноза лесной пожарной опасности [2], параллельная реализация модели атмосферы MM5 используется для получения прогнозных значений метеорологических полей [3], параллельные вычислительные технологии используются при моделировании процесса распространения лесного пожара [4, 5]. При разработке параллельных программ необходимы специализированные инструменты программирования, поддающиеся параллельной реализации численные ме-

тоды, наличие естественного параллелизма в решаемой задаче и способность разработчика мыслить параллельными категориями [6]. Необходима разработка нового или адаптация существующего подхода для осуществления полного цикла разработки и поддержки программного продукта для высокопроизводительных систем. Следует выделить технологии такого сорта от компании «Майкрософт» [7]. Цель работы – адаптация и внедрение в учебный процесс технологий создания программных продуктов «Майкрософт» для проектирования, разработки, модернизации и технической поддержки информационно-вычислительного параллельного комплекса прогноза лесной пожарной опасности.

Синтез технологии проектирования и разработки ППК. Специалисты «Майкрософт» считают, что при создании приложений и развитии инфраструктуры надо ориентировать на базовые концепции уровня предприятия и принципы разработки приложений Microsoft Solution Framework (MSF) [7], поскольку применение метода MSF позволяет получать комплексные, итерационные, работоспособные решения, приоритеты которых четко определены. Одно из ключевых понятий – производственная архитектура, которая представляет собой скоординированный, единый технологический план. Цель разработки архитектуры формулируется следующим образом [7]: выработать логически связанный, цельный план рутинных работ и скоординированных проектов, необходимых для преобразования сложившейся структуры информационных систем и приложений организации к состоянию, определенному как долгосрочная цель на основе текущих и перспективных задач и процессов. Модель производственной архитектуры предполагает итерационный, поэтапный выпуск серии последовательных версий, по мере выпуска которых производственная архитектура постоянно корректируется. Однако по большей части технологии «Майкрософт» направлены на разработку бизнес-приложений. В рассматриваемом случае речь идет о разработке ППК на базе наукоемкой информационно-вычислительной «начинки». Каждая итерация в рамках коррекции производственной архитектуры должна содержать вложенный итерационный процесс разрешения научной задачи посред-

ством математического моделирования. Шаг 1 – формулировка модели, шаг 2 – формализация модели на языке математических символов, шаг 3 – программная реализация модели и проведение вычислительных экспериментов, шаг 4 – анализ и верификация результатов, шаг 5 – получение новых знаний об исследуемом явлении. Затем переход на шаг 1 и повтор процесса построения и исследования модели [8].

Разработка, поддержка и сопровождение ППК прогноза лесной пожарной опасности. Разработка ППК должна проводиться проектной группой, которая в дополнение к модели «Майкрософт» должна содержать научно-исследовательский компонент: специалист в предметной области (лесной пиролог), специалист-вычислитель, специалист-физик. В данном случае можно ожидать, что в запланированный срок будет разработана стабильная версия ППК с относительно оптимальными характеристиками производительности и программной реализацией математической модели, адекватной физике исследуемого процесса. Менеджер продукта вместе с менеджером программы должен прийти к компромиссному решению относительно функциональных возможностей продукта, сроков его разработки и финансирования. В небольших организациях или при работе над мелким проектом роли можно совмещать. Однако в этом случае существует другая проблема – как не упустить из виду ни одной существенной детали проекта с точки зрения каждой роли. При работе над крупными проектами, наоборот, приходится делить проектную группу на тематические и функциональные подгруппы [7]. Например, в рассматриваемом случае могут быть выделены подгруппы, отвечающие за разработку модулей сушки слоя ЛГМ, зажигания ЛГМ антропогенными и природными источниками. Разделение проектной группы на подгруппы соответствует методологии корпорации Microsoft выделения функциональных групп, которые формируются в рамках одной роли. Выпуск каждой версии ППК должен заканчиваться переходом к уточнению производственной архитектуры и спецификации последующей версии.

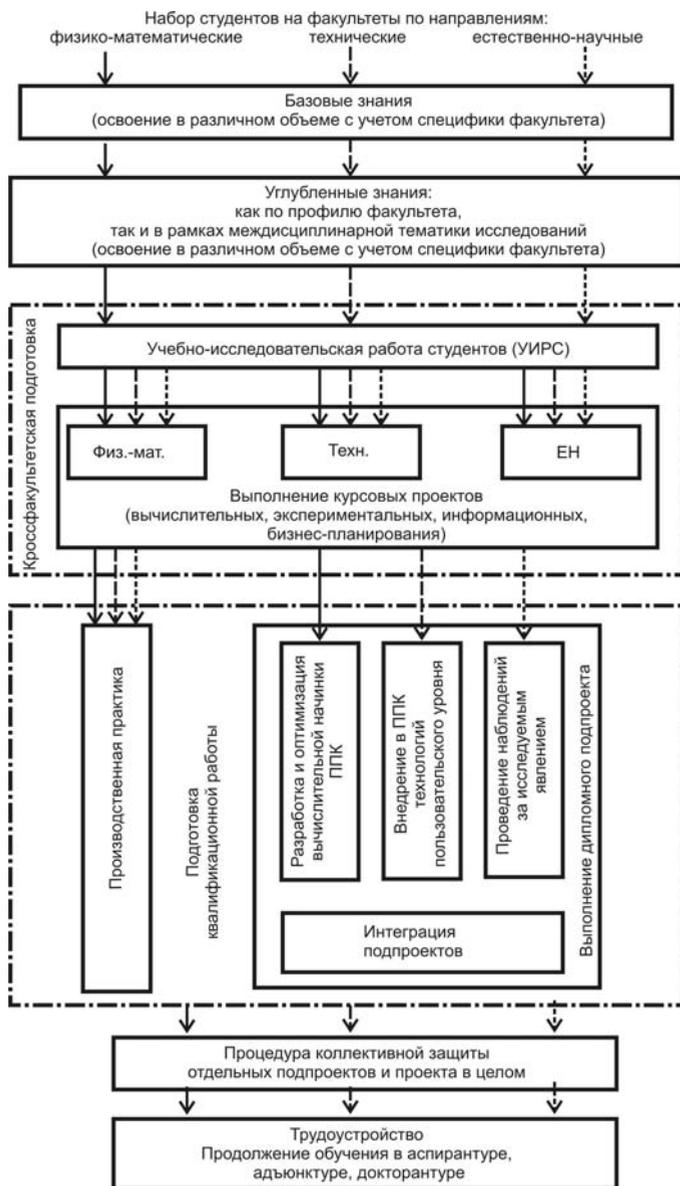


Рис. Схема типичного учебного процесса (сокращение ЕН означает специалист в области естественных наук)

Перспективы подготовки высококвалифицированных кадров. Следует внедрять принципы группового проектирования и разработки программных продуктов в учебный процесс, примерная схема которого представлена на рисунке. Групповая работа над дипломным проектом (возможна как с фиксированным распределением ролей, так и с их перестановкой в ходе работы). Выполнение дипломного проекта предваряет серия курсовых работ по нескольким дисциплинам (в том числе и спецкурсам). Возможен вариант выполнения проекта студентами разных факультетов и разных специализаций. Процедура защиты такого проекта также должна быть коллективной и носить характер семинара, когда каждый из исполнителей защищает свою часть проекта. В начале и конце выступлений ответственный исполнитель озвучивает информацию относительно объединяющей части и роли каждого из подпроектов.

В обязательном порядке на факультетах, имеющих отношение к разработке информационно-вычислительного программного обеспечения, следует внедрить в учебный процесс спецкурс «Основы современных технологий проектирования и разработки программных продуктов». Цель предлагаемого спецкурса заключается в подготовке специалиста, понимающего и способного проектировать и разрабатывать программное обеспечение, отвечающее современным требованиям. Примерная программа такого спецкурса приведена ниже. Автор разработал и использовал программу этого спецкурса при проведении занятий со студентами 3-го курса механико-математического факультета Томского государственного университета.

Примерная программа спецкурса «Основы современных технологий проектирования и разработки программных продуктов»

Введение

(Обзорная информация по технологическому прогрессу аппаратного и программного обеспечения. Типы программного обеспечения.) Объем – 2 часа.

Раздел 1. Современные технологии разработки программных продуктов

(Языки и средства разработки. RAD- и CASE-системы. Машинная графика и разработка 3D-приложений). Объем – 2 часа

Раздел 2. Проектирование и разработка крупных программных продуктов

Производственная архитектура – 2 часа;

Приложения масштаба предприятия – 4 часа;

Проектные группы – 2 часа;

Процесс разработки – 4 часа;

Предпроект – 2 часа;

План проекта – 2 часа.

Объем – 16 часов.

Раздел 3. Современные информационно-вычислительные технологии

(Технологии пользовательского и прикладного уровня. Технологии уровня данных. 2D, 3D-графика и визуализация. Последовательные и параллельные вычислительные технологии. Экспертные системы. Географические информационные системы. Тестирование и производственный цикл. Защита приложения. Стадия «Разработка» и ее результаты.) Объем – 10 часов.

Раздел 4. Выпуск финальной версии продукта

(Стабилизация продукта. Выпуск продукта. Обсуждение продукта) Объем – 4 часа.

Заключение

(Подведение итогов). Объем – 2 часа.

Итого 36 часов. Форма отчетности – зачет.

Примерная структура билета:

Вопрос 1. Современные подходы к проектированию программных продуктов.

Вопрос 2. Средства разработки программных продуктов.

Вопрос 3. Характеристика информационно-вычислительных технологий.

В настоящей работе представлена стратегия обеспечения полного цикла разработки информационно-вычислительного

программного обеспечения для высокопроизводительных систем параллельной архитектуры. В качестве примера приведен алгоритм разработки параллельного программного комплекса прогноза лесной пожарной опасности. Представленный принцип разработки ППК является достаточно общим и может применяться практически в любой предметной области, где требуется обработка больших объемов данных в режиме, опережающем реальное время развития процесса.

Список литературы

1. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологических последствий. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 301 с.
2. Барановский Н.В. Ландшафтное распараллеливание и прогноз лесной пожарной опасности // Сибирский журнал вычислительной математики. – 2007. – Т. 10, № 2. – С. 141–152.
3. Evaluation of MM5 model resolution when applied to prediction of National Fire Danger Rating indexes / J.L. Hoadley [et. al.] // International Journal of Wildland Fire. – 2006. – Vol. 15. No. 2. – P. 147–154.
4. Барановский Н.В. Основные принципы параллельной реализации общей математической модели лесного пожара // Пожарная безопасность. – 2008. – № 1. – С. 98–102.
5. Вдовенко М.С., Доррер Г.А. Разработка параллельных алгоритмов, моделирующих распространение лесных пожаров // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ2009): тр. междунар. науч. конф. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – С. 420–426.
6. Малышкин В.Э., Корнеев В.Д. Параллельное программирование мультимедиа: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2006. – 295 с.
7. Уилсон С.Ф., Мейплс Б., Лэндгрэйв Т. Принципы проектирования и разработки программного обеспечения: учеб. курс MCS D: пер. с англ. – М.: Русская редакция, 2000. – 608 с.
8. Прохоров Ю.В. Математический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – 845 с.