

ЭКОЛОГИЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕНИЯ

УДК 004:504(045)

Н.А. Сидоров

Национальный авиационный университет

ЗЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Рассмотрены принципы устойчивого развития, зеленые информационные системы и технологии. На примере факультета компьютерных наук Национального авиационного университета показано применение зеленых систем и технологий.

Розглянуті принципи сталого розвитку, зелені інформаційні системи і технології. На прикладі факультету комп'ютерних наук Національного авіаційного університету представлено застосування зелених систем і технологій.

The sustainable development principles, green information systems and technologies are presented. The using greenery information systems and technologies on the computer science faculty of National Aviation University are considered.

Ключевые слова: устойчивое развитие, зеленые информационные системы и технологии, зеленые метрики, стандарты.

Введение

Информационные системы и информационные технологии сейчас имеют огромное значение. Без них невозможна продуктивная деятельность в любой отрасли. Однако, производство, использование и ликвидация информационных систем и технологий требуют затрат и влияют на окружающую среду.

Зеленые информационные системы и технологии, как активы устойчивого развития уменьшают эти затраты путем применения соответствующих материалов и продуктов, снижения потребления энергии и вредного воздействия на окружающую среду [1, 2].

Статья состоит из трех частей. В первой, рассмотрены принципы устойчивого развития, во второй части описаны особенности зеленых информационных систем и технологий, в третьей части рассматривается озеленение информационных систем и технологий на примере факультета компьютерных наук Национального авиационного университета.

1. Экологические принципы для достижения устойчивого развития

При создании и использовании зеленых информационных систем и технологий следует руководствоваться тремя принципами устойчивого развития [3]: экологическая эффективность, экологическая справедливость, экологическая результативность.

1.1 Экологическая эффективность

Эко-эффективность (eco-efficiency) – следуя принципу нужно в деятельности применять меньше методов и средств, которые вредят природе и неэффективно используют невозста-

навливаемые ресурсы. Если принцип эффективности направлен на получение большего из меньшего, то принцип эко-эффективности направлен на уменьшение влияния на окружающую среду и получение конкурентного и качественного продукта.

В аспекте эффективности по отношению к информационным системам и технологиям решаются задачи: "какими они должны быть". В аспекте эко-эффективности формулируется задача: "где они должны быть и что они должны там делать".

Экологическая эффективность достигается путем автоматизации, который ведет к сокращению вмешательства человека в производственные процессы. Автоматизация основывается на телекоммуникациях, оцифровывании и новых методах обработки информации (рис. 1).

Телекоммуникации заменяют физические компоненты систем и технологий взаимодействия на голосовую связь, электронную почту и электронные файлы обмена данными. Экономия достигается за счет сокращения накладных и транспортных расходов, служебных помещений и материалов. Распространение домашних офисов ведет к экономии социальных расходов, уменьшению масштабов загрязнения, экономии энергоресурсов.

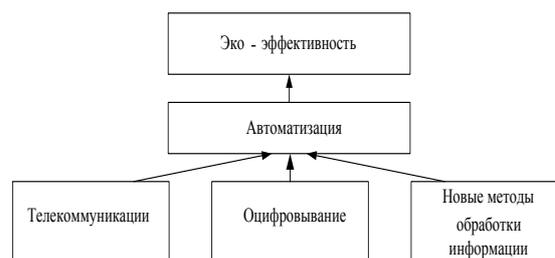


Рис.1 Составляющие принципа эко-эффективности

Оцифровывание документов и применение электронного обмена способствует экономии энергии и уменьшению вредного влияния на природу благодаря отказу от использования бумаги.

Новые методы обработки информации обеспечивают экологическую эффективность деловых операций на разных уровнях. Например, использование кластерной обработки информации ведет к повышению точности планирования производства, что позволяет организациям снизить буферные запасы, уменьшая расходы на транспорт и склады.

1.2 Экологическая справедливость

Эко-справедливость (eco-equity) – следуя принципу нужно равно распределять ресурсы между живущим и следующими поколениями.

Сегодняшнее поколение и следующие имеют равные права на природные ресурсы, но, об этом забывают, когда на первый план выходят экономические выгоды. Антропоцентрические и техноцентрические взгляды на мир, которые сегодня господствуют, надо изменять на экокентрические.

Ведущую роль в реализации принципа играет информирование. Различают информирование вниз и вверх (рис.2).



Рис.2 Составляющие принципа эко-справедливости

Информирование вниз важно, так как большинство факторов, которые влияют на экологическую стабильность, связаны с взглядами людей. Люди не понимают:

- преимущества, которые дает здоровая и разнообразная экосистема;
- важность зеленых проблем, которые встают перед предприятиями;
- что надо делать для обеспечения экологической стабильности.

Много больших предприятий в своей деятельности принимают экологические решения, ориентируясь на общественное мнение. И, если люди будут образованы в вопросах экологии и будут знать, как влияет то или другое решение на окружающую среду, они смогут лучше по-

нимать и оценивать деятельность предприятий. Предприятия будут принимать более ответственные решения, чтобы не терять репутации.

Информирование вверх обеспечивает менеджеров, руководство, государственных деятелей информацией о состоянии экологии на местах. Это позволяет лучше понимать то, какие нужны законодательные и регуляторные процессы и как эффективнее на них влиять.

Эко-справедливость необходимо привить в систему ценностей организации, с тем, чтобы увеличить число организаций, которые используют экологически чистые стратегии и процессы, даже при отсутствии рентабельности. Эко-справедливость лежит на стыке бизнеса и общества, и в отношении к окружающей среде является главным принципом, определяя равноправие между народами и поколениями, например, равные права всех народов на природные ресурсы.

Для воспитания экологической справедливости необходимо изменение укоренившихся традиционных взглядов и отношений человека на природу. Важно, чтобы новые идеи с течением времени стали правилами, социальными и организационными фактами.

Принятие экологически справедливого распределения деятельности выполняется главным образом за счет нормативно-принудительных влияний (рис. 2). Внутренние, внешние заинтересованные стороны, клиенты, местные общины, экологические группы и институты власти, должны призывать организации к учету экологических последствий при принятии решений.

1.3 Экологическая результативность

Эко-результативность (eco-effective) – следуя принципу надо полностью прекращать негативное влияние на окружающую среду.

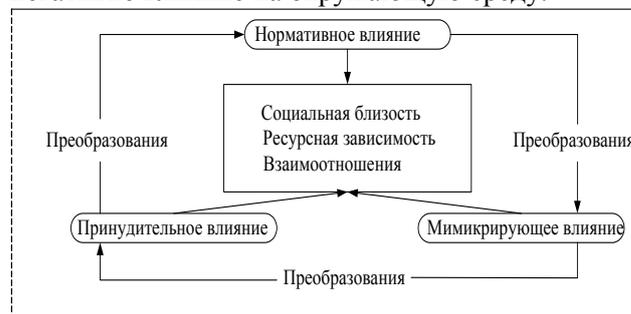


Рис.3 Составляющие принципа эко-результативности

В отличие от предыдущих принципов, применение которых направлено на уменьшение и замедление влияния на окружающую среду, применение этого принципа направлено на прекращение такого влияния. Если лозунгом

эко-эффективности является – "Делать вещи правильно!", то лозунгом эко-результативности является – "Делать правильные вещи!".

Эко-результативность поддерживает конечную цель охраны окружающей среды и направлена на прекращение загрязнения и уничтожения природных ресурсов.

С помощью принудительных, нормативных и мимикрирующих влияний происходит преобразование отдельных организаций и индустрии в целом в эко-результативные (рис.3).

2 Зеленые информационные системы и информационные технологии

Информационная система – это ресурс, состоящий из компьютеров, телекоммуникационного и другого оборудования, который под управлением программного обеспечения может осуществлять вычислительные процессы в информационной технологии.

Информационные технологии – организованная совокупность ресурсов, процессов, материалов и продуктов предназначенных для обработки информации в определенном домене.

Информационные системы и технологии являются существенным активом достижения экологической устойчивости. Однако, при этом они должны быть зелеными.

2.1 Зеленые информационные системы

Информационные системы, являясь ресурсом информационных технологий, сами представляют источник загрязнения окружающей среды. Поэтому, зеленые информационные системы – это такие, которые отвечают экологическим принципам концепции устойчивого развития.

Информационные системы состоят из двух частей – аппаратной и программной.

Реализация экологических принципов для аппаратной части рассматривается в трех аспектах [4]:

- энергосбережение;
- ликвидация компонентов информационных систем;
- центры данных.

При этом озеленению подлежат все процессы жизненного цикла информационных систем (табл.1).

Таблица 1

Зеленые процессы жизненного цикла информационной системы

№ п/п	Название процесса	Зеленая сущность процесса
1	Зеленое проектирование	Проектировать энергетически эффективные и не влияющие на окружающую среду продукты и процессы
2	Зеленое производство	Производить компоненты информационных систем с минимальным влиянием на окружающую среду
3	Зеленое использование	Уменьшать потребление энергии компонентами и вредное влияние информационных систем
4	Зеленая ликвидация	Выводить компоненты информационных систем из эксплуатации с минимальным влиянием на окружающую среду

Все компоненты аппаратной части информационной системы работают на электрической энергии. Полностью отказаться от электропотребления или перейти на возобновляемые источники энергии пока невозможно, поэтому реализация принципов осуществляется путем экономии (уменьшения) электропотребления. В информационных системах этого можно достичь двумя путями.

Первый путь – уменьшая электропотребление за счет совершенствования конструкций компонентов аппаратной части информационной системы.

На рис. 4 приведены показатели электропотребления некоторыми компонентами аппаратной части информационной системы [5].

Второй путь, использовать для уменьшения электропотребления программное обеспечение информационной системы. Этот путь дает воз-

можность пользователям информационной системы создавать индивидуальный план энергопотребления. Впервые вопрос эффективности использования электроэнергии был поставлен Агентством по защите окружающей среды ЕРА (Environmental Protection Agency), во время реализации программы "Energy Star" по энергосберегающим технологиям под патронатом правительства США [6]. Затем кампания по сертификации различного оборудования коснулась персональных компьютеров и периферийного оборудования. Соответствующий сертификат, могли получить только те продукты, которые выполняли квоту по экономии энергии.

В ходе кампании был предложен первый интерфейс энергосбережения Advanced Power Management (APM). Он является набором функций (API) для управления параметрами

энергопотребления персонального компьютера из программ. АРМ разработан в 1992 г. компаниями Microsoft и Intel. В АРМ существует 21 процедура, которые установленный драйвер может вызывать для получения информации о текущем энергоснабжении системы или отдельного устройства. Например, оповестить BIOS об использовании процессора и, если процессор мало используется, то BIOS может перевести его на пониженное энергопотребление.

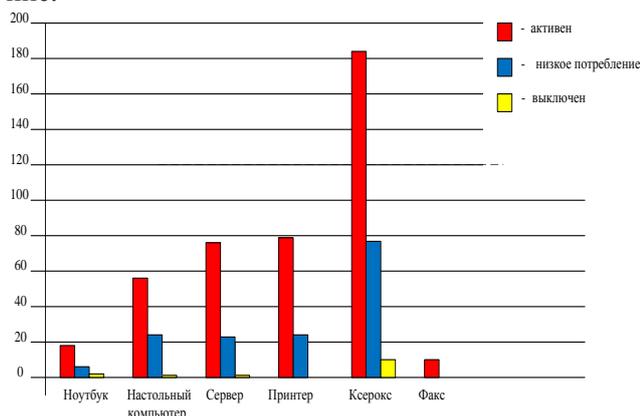


Рис. 4 Энергопотребление компонентов информационных систем

В декабре 1996 года выпущен открытый промышленный стандарт Advanced Configuration and Power Interface (ACPI), разработанный совместно компаниями HP, Intel, Microsoft, Phoenix и Toshiba. Он определяет общий интерфейс для обнаружения аппаратного обеспечения, управления питанием и конфигурацией материнской платы и устройств. Последней версией спецификации ACPI является версия 5.0, выпущенная в декабре 2011 года. ACPI обеспечивает взаимодействие между операционной системой, аппаратным обеспечением и BIOS материнской платы. Стандарт ACPI разрабатывался специально для поддержки технологии OnNow – быстрого возобновления быстрого действия компьютера в любое время.

В ACPI вводится понятие глобального состояния системы, которое определяется следующим:

- работающими приложения;
- длительностью задержки реакции приложений на внешние события;
- уровнем потребления электроэнергии;
- необходимостью перезагрузки операционной системы для возврата в рабочий режим.

Кроме того, вводится понятие системного контекста – текущие данные о работе системы, которые не были сохранены на жестком диске. Например, системный контекст включает информацию об открытых окнах, о текущих вне-

сенных изменениях в документы и о текущем состоянии запущенных приложений. Каждое состояние характеризуется производительностью и уровнем потребляемой электроэнергии.

На сегодняшний день интерфейс ACPI поддерживается в большинстве операционных систем. В операционных системах Microsoft Windows результаты использования ACPI проявляются в дифференциации планов электропитания (например, планы «Сбалансированный», «Экономия энергии», «Высокая производительность» в Windows 7), возможности указания времени, по истечении которого будут отключаться дисплей и диски, возможности выбора яркости экрана для различных планов электропитания, указание времени простоя, после которого будет произведен переход в режим сна, гибернация и создание собственных планов.

Утилизация электронных компонентов очень важный экологический аспект информационных систем. Практически все аппаратные элементы информационных систем содержат вредные вещества (рис.5) и выделяют углекислый газ (рис.6) [5]. Существуют стандарты, которые направлены на решение проблем электронных отходов [4, 6].

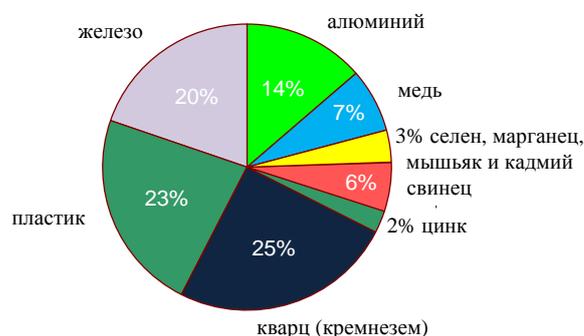


Рис.5 Вредные вещества в настольном компьютере

Очевидно, что еще при проектировании информационной системы следует принимать во внимание ликвидацию ее компонентов. Например, можно воспользоваться инструментом ERA для выбора чистых компонентов информационной системы [5]. В США можно искать центры по ликвидации оборудования [5].

В целом при ликвидации информационных систем реализуются следующие процессы:

- повторное использование – передача оборудования производителям для применения или пользователям, требованиям которых оно отвечает;
- восстановление – замена частей компонентов действующих информационных систем;

– ликвидация – уничтожение (переработка) электронных отходов.

Компоненты информационных систем содержат токсичные вещества (рис.5), поэтому ликвидация – это важный этап в жизненном цикле зеленых информационных систем. Реализовывать процессы может помочь The Waste Electrical and Electronic Equipment regulations (WEEE) [7].

Постоянный рост Internet-пользователей и Web-приложений ведет к росту центров данных, которые предоставляют соответствующие услуги хостинга и хранения данных. При этом, новые сервера требуют большего энергопотребления, а их охлаждение составляет растущую проблему. В связи с этим, к зеленым относятся действия направленные на использование энергосберегающего оборудования центров данных и ослабление требований по их охлаждению.



Рис. 6 Выделение углекислого газа

Конкретные действия, которые следует предпринимать при построении зеленой информационной системы состоят в следующем [5]:

- изучить лучший опыт и использовать Climate Savers Calculator;
- выбрать оборудование, используя Electronic Product Environmental Assessment Tool;
- найти недалеко от Вас центр утилизации компонентов;
- повысить эффективность центров данных, используя PC Pro Software Tool Suite;
- использовать multifunctional принтеры и копиры – они уменьшают энергопотребление и отходы;
- оценивать потребление и стоимость электроэнергии с помощью калькулятора, например, Energy Star.

2.2 Зеленые информационные технологии

Практическая реализация концепции устойчивого развития средствами информатики

в различных доменах осуществляется с помощью информационных технологий. Роли информационных технологий, при этом делят на три типа – информировать, автоматизировать и превращать.

Информирование и автоматизация открывают возможности для полного изменения (превращения) отдельных организаций и промышленности в целом, обеспечивая новый устойчивый уровень координации и кооперации. Поэтому, организации отводят информационным технологиям первое место в качестве средства для снижения расходов и повышения устойчивости.

Требования устойчивого развития предприятия содержат выполнение следующих условий:

- выпуск качественной продукции, которая отвечает потребностям целевой группы населения и не влияет вредно на окружающую среду;
- создание благоприятного зеленого имиджа предприятия в глазах населения и деловых партнеров;
- создание благоприятной социально-психологической атмосферы в коллективе и условий для творческой самореализации работников в направлении устойчивого развития;
- выполнение требований экологической безопасности производственного процесса в зависимости от специфики предприятия (потребление природных ресурсов и загрязнение окружающей среды).

Внедрение зеленых информационных технологий дружественных к среде – это шаг на пути к экологической устойчивости, который может быть экономически не выгодным сейчас, но пройдет время и задачи экологии опередят по важности задачи экономики.

Зеленые технологии состоят из следующих элементов: зеленый бизнес, зеленые информационные технологии и зеленая энергия. Для зеленого бизнеса характерно внедрение зеленого производства, корпоративная и социальная ответственность. Зеленые информационные технологии помогают сохранять ресурсы и рационально перерабатывать отходы. Зеленая энергия должна быть возобновляемой, а ресурсы надо экономно потреблять и тщательным образом подходить к организации процесса их утилизации.

К сожалению, при использовании информационных технологий растет потребление энергии. При этом важная роль отводится программному обеспечению зеленых информационных технологий.

Исследования Software Improvement Group (SIG) показывают, что лишь 25% алгоритмов в программном обеспечении технологий обеспечивают оптимальную вычислительную эффективность. Эти же исследования показывают, что лишь 35% возможностей технологий обеспечивают решение поставленных задач, остальные 65% обеспечивают необязательную функциональность.

В программном обеспечении зеленых информационных технологий следует использовать алгоритмы обработки данных, которые могут быть сложнее в реализации, но требуют меньших затрат при выполнении. Например, быстрые алгоритмы сортировки, бинарный поиск, сортировка Шелла, разрозненные матрицы на основе линейных списков для больших наборов данных, сортировка характеристических массивов вместо сортировки объектов.

В программах информационных технологий часто используется динамическое распределение памяти. Обязательным условием является корректное освобождение памяти.

Можно сформулировать рекомендации для разработчиков программного обеспечения зеленых информационных технологий:

- организовывать эффективное потребление электроэнергии, используя интерфейс ACPI и виртуализацию;

- переводить компьютер в режимы пониженного энергопотребления в промежутки времени, когда информационные технологии не обрабатывают данные;

- использовать в программном обеспечении многопоточную обработку данных;

- использовать специализированные алгоритмы и структуры данных;

- следить за распределением динамической памяти.

Выдвижение индустрии зеленых информационных технологий на первый план в управленческой практике делает ее активным игроком в обеспечении устойчивого развития. Нужно внедрять инновации, снижать негативное влияние пользователей, инфраструктуры и программных приложений на окружающую среду. Для этого, путем накопления опыта, использования стандартов и регуляторов, эффективной логистики, рациональной переработки старого оборудования, необходимо проводить процедуры озеленения индустрии информационных технологий.

Чтобы озеленять информационные технологии можно использовать следующие подходы [8]:

- тактический, инкрементный – ставятся отдельные цели, проводятся простые измерения, реализуются отдельные операции по озеленению не требующие больших затрат, например, уменьшение потребления энергии информационной системой и офисом в целом;

- стратегический – выполняется аудит организации и разрабатывается план, охватывающий разные аспекты озеленения, включая бизнес, информационную технологию, маркетинг, имидж;

- глубокий зеленый – дополняя стратегический подход измерениями, например, количество углекислого газа, и проводя широкие и систематические мероприятия, достигают комплексного озеленения всей организации.

Очевидно, что начинать следует с первого подхода, ставя целью осуществлять конкретную деятельность в соответствии с третьим подходом. Рекомендуется в связи с этим вводить в структуру организации руководителей и подразделения, которые будут реализовывать выбранный подход. Зеленый руководитель – Chief Green Officer должен осуществлять следующее [4]:

- уменьшать вредное влияние организации на окружающую среду;

- привлекать заказчиков и инвестиции для реализации зеленых инициатив;

- искать новые возможности для получения прибыли, используя зеленую концепцию.

3. Проблемы озеленения факультета

В качестве примера рассмотрим реализацию тактического подхода к озеленению на факультете компьютерных наук Национального авиационного университета.

На факультете зеленая инициатива реализуется, начиная с 2006 года [9]. Факультет имеет три особенности.

Во-первых, высокую компьютеризованность направлений обучения «Программная инженерия» и «Компьютерные науки», связанную с необходимостью постоянно использовать в учебном процессе разнообразные информационные технологии, предусматривающие высокую степень их готовности и соответствующих информационных систем и компонентов, в первую очередь компьютеров. Это влияет на качество обучения и требует использование современных подходов к техническому оснащению учебного процесса.

Во-вторых, разработка программного обеспечения в соответствии с требованиями культуры инженерии программного обеспечения должна иметь определенный уровень зрелости

процессов, достижение которого, не в последнюю очередь, зависит от использования соответствующих способов организации производства. Это предусматривает приобретение студентами в процессе обучения соответствующих знаний и формирование навыков использования информационных технологий, групповой динамики и коммуникаций.

В-третьих, высокая технологичность направлений обучения и свойство информационных технологий быстро изменяться требует от студентов постоянного совершенствования знаний и умений.

Учитывая это на протяжении нескольких лет, на факультете компьютерных наук склады-

вались дополнительные условия, касающиеся технического, организационного и технологического аспектов реализации зеленого учебного процесса.

Учебные информационные системы постепенно были переведены на ноутбуки, а проводная сеть была заменена на Wi-Fi. Около 150 настольных компьютеров и 10 серверов было выведено из использования и большинство из них были переданы в школы. Тем самым были уменьшены затраты на электроэнергию и ликвидацию оборудования, уменьшено загрязнение окружающей среды оборудованием (табл.2, рис. 5, 6).

Таблица 2 Затраты электроэнергии на компьютер

№ п/п	Тип	Активный	Неактивный
1.	Настольный	70 W	9 W
2.	Ноутбук	19 W (20 W – зарядка)	3 W
3.	Сервер	70 W	20 W

Зеленая информационная технология, на основе, указанным образом озелененной информационной системы создавалась с помощью программного обеспечения MS Sharepoint Server 2010. При этом преследовались две цели:

– обеспечить техническую мобильность студентов и преподавателей – проведение занятия в любой аудитории и даже дома;

– уменьшить количество расходуемой бумаги – перейти на безбумажное (электронное) обеспечение учебного процесса.

Обе цели были достигнуты путем создания учебного портала (www.portal.csfnau.kiev.ua).

Достижение первой цели позволило сделать учебный процесс комфортным, смягчить требования к формированию расписания занятий, повысить ответственность преподавателей за своевременное учебно-методическое обеспечение учебного процесса.

Достижение второй цели было только частичным, хотя важность этой проблемы трудно переоценить. В табл. 3, 4 приведены расходы бумаги на обеспечение одной дисциплины и учебного плана одного бакалаврата. В табл. 5 приведены результаты расчетов площади, необходимой для хранения учебно-методических материалов, отвечая требованиям нормативов.

Таблица 3 Расходы бумаги на учебно-методическое обеспечение одной дисциплины (комплекс)

№ п/п	Элементы комплексу	Количество листов (S_i)	Университет	Студент	Обязательно в бумажном виде
1.	Учебные программы	$S_1=15$	✓		+
2.	Учебная рабочая программа	$S_2=20$	✓		+
3.	Конспект лекций	$S_3=70 \times (N+1)=5320$	✓	✓	-
4.	Методические материалы	$S_4=40$	✓		-
5.	Модульные задания (2 модуля, 2 листа на студента)	$S_5=2+2 \times N \times 2=302$	✓		+
6.	Экзамен (билеты и ответы, 2 листа на студента)	$S_6=10+2 \times N/3=60$	✓		+
7.	Комплексные контрольные работы (2 листа на студента)	$S_7=40+K \times 2=100$	✓		+
8.	Лабораторные работы	$S_8=5 \times N=375$		✓	-
9.	Ведомости семестрового контроля	$S_9=6 \times M=18$	✓		+
10.	Журналы преподавателей	$S_{10}=20$	✓		+
	Всего	6252	✓	5625	

Количество студентов – $N=75$

Количество вариантов – $K=30$

Количество академических групп – $M=3$

Таблица 4 Расходы бумаги на план направления обучения «Программная инженерия»

№ п/п	Цикл	Количество дисциплин по циклам	Количество листов
1.	Гуманитарный	10	10xP=62520
2.	Фундаментальный	31	31xP=193812
3.	Выбор ВУЗа	7	7xP=43764
4.	Выбор студента	5	5xP=31260
5.	Всего	53	331356
Общее количество листов по дисциплине P=6252			

Таблица 5 Затраты для хранения на кафедре и факультете (деканате)

№ п/п	№ п/п элемента комплекса (табл.1)	Количество листов ($S_i \times H$)	Объем, м ³	Место хранения
1.	Учебные программы, S_1	795	0,0166005	К
2.	Учебная рабочая программа, S_2	1060x2=2120	0,0332010	К, Д
3.	Конспект лекций, $S_3=70$	3710	0,0159	К
4.	Методические материалы, S_4	2120	0,01113	К
5.	Модульные задания, S_5	16006	0,20948	К
6.	Экзамен, S_6	3180	0,1256895	К
7.	Комплексные контрольные работы, S_7	5300	0,069826	К
8.	Лабораторные работы, S_8	19875	0,39525	К
9.	Ведомости семестрового контроля, S_9	954x2=1908	0,0332010	К, Д
10.	Журналы преподавателей, S_{10}	1060	0,0166005	К
11.	Всего	56074	0,9268785	

Количество дисциплин – H=53

Заключение

Несмотря на кажущуюся очевидность затронутых в статье проблем, задачи озеленения информационных систем и технологий только приобретают актуальность. Использовать в Украине такие средства следует, начиная с университетов, воспитывая у студентов соответствующее отношение к делу, жизни и природе.

Список литературы

1. Сидоров Н.А. Экология программного обеспечения /Н.А.Сидоров// Инженерия программного обеспечения. – 2010. – №1. – С. 53-61.
2. Луцкий М.Г. Программное обеспечение – экологический подход к исследованию /М.Г.Луцкий, Н.А.Сидоров//Natural and Artificial Intelligence. – ITNEA. – 2010. – Sofia, Bulgaria. – P.181-189.

3. Chen A.J.W. Information systems and ecological sustainability /A.J.W.Chen, M.-C. Boudrean, R.T.Watson// Journal Of Systems and Information Technology. –v.10. – #3. –2008. – P. 186-201.

4. Velte T. Green IT /T.Velte, A.Velte, R. Elsenpeter// Mc.Grawhill. – New-York. – 2008. – P. 305.

5. <http://css.snre.umich.edu> - электронный ресурс

6. Webbr L. Green Teeh /L.Webbr, M.Wallance// AMACOM. – New-York. – 2009. – P. 292.

7. Schulz G. The Green and Virtual Data Center /G.Schulz// CRC Press. – London. – 2009. – P. 375.

8. Murugesan S. Harhessing Green IT: Principles and Practics /S.Murugesan// ITPro. – Jan./Feb. – 2008. – P. 24-33.

9. Луцкий М. Умови підготовки інженерів з програмного забезпечення /М.Луцкий М.Сидоров// Вища школа. - №11. – 2009. С. 104-112.

Сведения об авторе



Сидоров Николай Александрович, д.т.н., проф., декан факультета компьютерных наук, заведующий кафедрой инженерии программного обеспечения Национального авиационного университета, научные интересы – инженерия программного обеспечения.

E-mail: nikolay.sidorov@livenau.net

Статья поступила в редакцию 01.07.2011г.