

4. Stasiulevicius, J., Skrinška, A. (1974). Heat transfer in banks of finned tubes in crossflow. Vilnius, USSR: Mintis, 243.
5. Kuntys, V. B., Kuznetsov, N. M. (1992). Thermal and aerodynamics calculations of finned air-cooled exchanger. S-Petersburg, Russia: Energoatomizdat, 280.
6. Udin, V. F. (1982). Heat transfer of finned tubes in crossflow. Leningrad, USSR: Machinebuilding, 189.
7. Antuf'ev, V. M. (1966). Efficiency of different forms of heating convective surfaces. Moscow, USSR: Energy, 184.
8. Pysmennyi, Ye., Terekh, A., Bagriy P., G. Polupan G. (2009). Experimental investigation of thermo-aerodynamic characteristic of fining flat-oval tube banks. 7-th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics. Krakow, Poland, 116.
9. Pis'mennyi, E. N., Bagrii, P. I., Terekh, A. M., Semenyako, A. V. (2013). Optimization of the ribbing of a new heat exchange surface of flat-oval tubes. Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 86 (5), 1066–1071. doi: 10.1007/s10891-013-0929-5
10. Pis'mennyi, E. N., Bagriy, P. I., Rogachev, V. A., Terekh, A. M. (2008). Generalized method of calculation of heat transfer of staggered bundles of flat-oval tube with incomplete fins in cross flow. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2/3 (32), 44–47.
11. Pismennyi, E. N. (2004). Heat transfer and aerodynamics in banks of transversely finned tubes. Kiev, Ukraine: Alterpress, 244.

Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Черноусенко О. Ю.  
Дата надходження рукопису 20.04.2015

**Вознюк Максим Михайлович**, аспірант, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: maksimvoznuyk@gmail.com

**Терех Олександр Михайлович**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: teram57@meta.ua

**Рогачов Валерій Андрійович**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: valeriy\_rogachov@ukr.net

**Баранюк Олександр Володимирович**, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: aleksandrW@i.ua

УДК 65.011.56

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.42630

## ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

© Е. П. Павленко, В. А. Айвазов, И. С. Берюх

*Рассмотрена проблема выбора технологии разработки программного обеспечения. Проведен анализ достоинств и недостатков существующих технологий. Выделены локальные критерии качества, позволяющие оценить эффективность применения технологии разработки программных продуктов с конкретным назначением. Разработана процедура принятия решений по выбору технологии разработки программного обеспечения как последовательность выполняемых этапов*

**Ключевые слова:** программное обеспечение, технология разработки, эксперт, принятие решений, локальный критерий

*The problem of choice of technology of software development is considered. The analysis of dignities and lacks of existent technologies is conducted. Local criteria are selected qualities, allowing to estimate efficiency of application of technology of software development with the concrete setting. Procedure of decision-making is developed on the choice of technology of software development as a sequence of the executable stages*

**Keywords:** software, technology of development, expert, decision-making, local criterion

### 1. Введение

Эффективность и результативность разработки программных проектов не находится на должном уровне. Несмотря на широкое распространение компьютеров и расширение области применения программного обеспечения, остается значительная доля

проектов по разработке программного обеспечения, которые нельзя считать успешными. Наряду с эффективными достижениями имеются и неудачи. К сожалению, до сих пор слишком часто приходится делать вывод, что программирование рискованно, программы ненадежны [1].

При реализации проектов по разработке программ разного назначения целесообразно использовать различные технологии. Программа управления транспортом газа разрабатывается по одной технологии, а кадровая подсистема информационной системы – по другой. Новая технология программирования может быть лучшей для того типа программных проектов, для которого она была придумана. Но вряд ли она будет лучшей для всех типов программных проектов. При описании технологий программирования необходимо указывать типы программных проектов, для которых данная технология применима.

## 2. Анализ литературных данных и постановка задачи

Технология программирования – это система научно-обоснованных принципов, методов и средств, обеспечивающих создание и развитие ПС, в течении всего жизненного периода программного средства [2].

Подходы к разработке ПО ИС делят на два основных типа по способу сочетания компонентов – структурный и объектно-ориентированный. С точки зрения структурного подхода, свойства и поведение объектов являются независимыми. При объектно-ориентированном подходе свойства и поведение инкапсулированы в самом объекте, и моделируются совместно.

Объектно-ориентированные технологии предпочтительны при разработке операционных систем, систем реального времени. Концепция объекта помогает справиться с растущей сложностью программных систем. Взаимодействующие устройства, как и элементы программ, естественно представляются объектами.

В области создания бизнес-систем предпочитают структурные технологии, поскольку они лучше приспособлены для взаимодействия с заказчиками и пользователями, не являющимися специалистами в области информационных технологий [3].

Существуют три базовые технологии разработки ПО: каскадная, инкрементная, эволюционная. Данные стратегии могут быть реализованы с помощью различных моделей жизненного цикла.

Каскадная технология представляет собой однократный проход этапов разработки. Основана на полном определении всех требований к разрабатываемому программному средству в начале процесса разработки. Каждый этап разработки начинается после завершения предыдущего этапа. Возврат к уже выполненным этапам не предусматривается. Промежуточные продукты разработки в качестве версии ПО не распространяются [4].

Использование каскадной технологии наиболее эффективно, если разрабатывается проект с неизменяемыми в течение жизненного цикла требованиями и понятной реализацией; если разрабатывается проект невысокой сложности, такого же типа, как уже разрабатывались разработчиками.

Инкрементная технология представляет собой многократный проход этапов разработки с запланированным улучшением результата. Основана на полном определении всех требований к разрабатываемой

программной системе в начале процесса разработки. Однако полный набор требований реализуется постепенно в соответствии с планом в последовательных циклах разработки.

Использование инкрементной технологии эффективно, если разрабатывается проект, в котором большинство требований можно сформулировать заранее, а некоторые из них уточняются позже; если разрабатывается сложный проект с заранее сформулированными требованиями; если разработка системы или программного средства за один цикл связана с большими трудностями [5].

Эволюционная технология заключается в многократном проходе этапов разработки. Основана на частичном определении требований к разрабатываемой программной системе в начале разработки. Требования постепенно уточняются в последовательных циклах разработки. Результат каждого цикла разработки обычно представляет собой очередную поставляемую версию программного средства.

Использование эволюционной технологии эффективно, если разрабатывается проект, для которого требования сложны, неизвестны заранее, непостоянны; если разрабатывается сложный проект: большой долгосрочный проект; проект по созданию новых, не имеющих аналогов программных систем [6].

## 3. Выбор локальных количественных критериев для оценки технологий разработки ПО

Рассмотрим задачу определения перечня показателей и разработки методики выбора инструментальных средств, поддерживающих конкретные технологии программирования. Решение этой задачи позволит осуществить обоснованный выбор инструментальных средств применительно к конкретным условиям разработки.

Задача выбора состоит в установлении соответствия между характеристиками разрабатываемой программной системы, условиями ее разработки и параметрами выбираемых инструментальных средств автоматизации с учетом ограничений ресурсов проектирования. Основные требования, предъявляемые к ПО клиент-серверных подсистем ИС, – надежность, эффективность, длительная непрерывная работа и возможность широкого тиражирования.

Особенность программ этого класса – сложность, значительные объемы, большие коллективы разработчиков, разнообразие типов ПК, на которых используются разрабатываемые программы, высокие требования к использованию ресурсов ПК.

Выбор технологии разработки ПО осуществляют в три этапа, уточняя характеристики выбираемых систем. На первом этапе производится предварительный выбор нескольких вариантов. В зависимости от ресурсов ПК выбирается класс ПО. Ресурсы ПК и характеристики разрабатываемого ПО позволяют определить требования к языкам программирования и уровню автоматизации разработки ИС. Как результат, выбираются варианты возможных средств автоматизации и тип ПК [7].

На втором этапе из отобранных технологий выбирается наиболее эффективная. Для этого рассчи-

тываются технико-экономические показатели разработки заданного ПО и по установленному ранее критерию выбирается наиболее эффективный вариант, который может быть уточнен с учетом ресурсов проектирования, параметров создаваемого ПО и возможности повторного использования ранее созданных программных компонент [8].

На третьем этапе выбранные средства адаптируются к среде и особенностям объекта разработки. При слабой их адаптируемости может быть выбрана другая, менее эффективная, но адаптируемая технология или подготовлено техническое задание на разработку новых средств. С учетом выбранной технологии оцениваются технико-экономические характеристики разработки конкретного ПО и затраты на создание ПО ИС.

Выделим локальные критерии оценки технологии разработки ПО [6–8].

Возможность выделения отдельных частей программ в виде модулей. Модульный принцип характерен для современного ПО клиент-серверных подсистем ИС.

Контроль корректности работы с типами данных. Критерий определяет уровень отлаженности программных компонент на начальных стадиях разработки и по существу надежность работы ПО.

Работа с данными сложной структуры. Критерий определяет, насколько рассматриваемая технология разработки ПО поддерживает обработку динамических массивов данных, данных сложной структуры, в частности, стеков, очередей.

Контроль интерфейсов программных модулей при раздельной компиляции. По степени важности этот показатель аналогичен предыдущему. При реализации возможны варианты контроля: принудительный и по требованию.

Удобочитаемость программ. Эта характеристика определяется возможностью использования кириллицы при написании идентификаторов и комментариев, а также исходных текстов спецификаций, программных и информационных модулей и других компонент ПО.

Защита от ошибки программиста. Определяет возможность обнаружения и исправления программных ошибок.

Гибкость технологии. Определяет возможность порождения новых типов данных. Эта характеристика важна для сложных ПО ИС, которые отличаются большим числом обрабатываемых данных, сложной структурой и глубокими логическими связями.

Полнота реализации функциональности. Этот критерий определяет, можно ли с помощью данной технологии разработки ПО полностью реализовать функциональность ИС.

#### 4. Процедура принятия решения по выбору технологии разработки ПО

Предложим процедуру принятия решения по выбору технологии разработки ПО. Она состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Проведение анкетирования экспертов.

Для выбора технологии разработки ПО будет использоваться метод экспертных оценок с примене-

нием анкет. Анкеты позволяют экспертам оценить необходимость использования тех или иных характеристик при разработке ПО ИС.

Шаг 2. Усреднение мнений экспертов выполним по формуле

$$A_i = \frac{1}{3 \cdot m} \sum_{j=1}^m z_{ij}, \quad (1)$$

где  $A_i$  – усредненное значение  $i$ -го критерия,  $i=1, 2, \dots, n$ ,  $n$  – количество критериев;  $z_{ij}$  – оценка значения  $i$ -го критерия  $j$ -м экспертом.

Коэффициент 3 в этой формуле вводится с учетом того, что каждый эксперт имеет 3 варианта ответа.

Шаг 3. Определение важности критериев выбора технологии разработки ПО.

Экспертам будет предложено оценить важность каждого из критериев по определенной шкале.

Весовые коэффициенты важности критериев получаем следующим образом:

$$\alpha_k = \sum_{i=1}^n b_{ik} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b_{ij}, \quad k=1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

где  $b_{ij}$  – количество баллов, присужденных  $i$ -м экспертом  $j$ -му критерию;  $n$  – количество критериев;  $m$  – количество экспертов.

Шаг 4. Определение степени удовлетворения технологии разработки ПО рассматриваемым критериям выбора.

Экспертам будет предложено оценить степень удовлетворения технологии разработки ПО рассматриваемым каждым из критериев по некоторой шкале.

Весовые коэффициенты степени удовлетворения технологии разработки ПО получаем следующим образом:

$$\beta_{ik} = \sum_{i=1}^n c_{ijk} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ijk}, \quad k=1, 2, 3, \quad (3)$$

где  $c_{ijk}$  – количество баллов, присужденных  $i$ -м экспертом  $j$ -му критерию по  $k$ -й технологии;  $n$  – количество критериев;  $m$  – количество экспертов.

Шаг 5. Расчет интегрального критерия.

После того, как значения нормированы, осуществляется расчет интегрального критерия по каждой из технологий разработки ПО, объединяющего все локальные критерии, по формуле

$$A_{umm k} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_{ik} A_i. \quad (4)$$

#### 5. Выводы

На данный момент существуют несколько разновидностей технологий разработки ПО, однако отсутствуют методы оценки технологий и способы выбора наиболее эффективной по отношению к разрабатываемому ПО.

Обоснование выбора технологии разработки ПО необходимо проводить на ранних этапах разработки, до начала проектных работ. Такое обоснование позволит сократить затраты времени и ресурсов на разработку.

Выделены локальные критерии качества, позволяющие оценить эффективность применения технологии разработки ПО для создания программных продуктов с конкретным назначением. Разработана процедура принятия решений по выбору технологии разработки ПО как последовательность выполняемых этапов.

#### Литература

1. Технологические подходы к разработке программного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/368/60368/30315/page1/> – 14.01.2015. – Загл. с экрана.
2. Технологии разработки программного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://life-prog.ru/1\\_32545\\_tehnologii-razrabotki-programmnogo-obespecheniya-programmirovaniya.html/](http://life-prog.ru/1_32545_tehnologii-razrabotki-programmnogo-obespecheniya-programmirovaniya.html/) – 14.01.2015. – Загл. с экрана.
3. Технологии разработки программного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.interface.ru/iarticle/files/3579/> – 14.01.2015. – Загл. с экрана.
4. Технологии разработки программного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://forcoder.ru/developing/tehnologiya-razrabotki-programmnogo-obespecheniya-336> – 14.01.2015. – Загл. с экрана.
5. Технологии проектирования программного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.methods-rgtu.ru/index.php/mets3500-3599/> – 16.01.2015. – Загл. с экрана.
6. Технология разработки программных средств [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://starik2222.narod.ru/trpp/2s/lec/27.htm/> – 17.01.2015. – Загл. с экрана
7. Технология разработки программного обеспечения [Электронный ресурс] / Режим доступа:

<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=34386> – 18.01.2015. – Загл. с экрана.

8. Технология разработки программных продуктов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.academia-moscow.ru/catalogue/4891/47898/> – 18.01.2015. – Загл. с экрана

#### References

1. Tehnologicheskie podhody k razrabotke programmnogo obespecheniya. (2015). Available at: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/368/60368/30315/page1/> (Last accessed: 14.01.2015).
2. Tehnologii razrabotki programmnogo obespecheniya (2015). Available at: [http://life-prog.ru/1\\_32545\\_tehnologii-razrabotki-programmnogo-obespecheniya-programmirovaniya.html](http://life-prog.ru/1_32545_tehnologii-razrabotki-programmnogo-obespecheniya-programmirovaniya.html) (Last accessed: 14.01.2015).
3. Tehnologii razrabotki programmnogo obespecheniya (2015). Available at: <http://www.interface.ru/iarticle/files/3579> (Last accessed: 14.01.2015).
4. Tehnologii razrabotki programmnogo obespecheniya (2015). Available at: <http://forcoder.ru/developing/tehnologiya-razrabotki-programmnogo-obespecheniya-336> (Last accessed: 14.01.2015).
5. Tehnologii proektirovaniya programmnogo obespecheniya (2015). Available at: <http://www.methods-rgtu.ru/index.php/mets3500-3599> (Last accessed: 16.01.2015).
6. Tehnologija razrabotki programmyh sredstv (2015). Available at: <http://starik2222.narod.ru/trpp/2s/lec/27.htm> (Last accessed: 17.01.2015).
7. Tehnologija razrabotki programmnogo obespecheniya (2015). Available at: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=34386/> (Last accessed: 18.01.2015).
8. Tehnologija razrabotki programmyh produktov (2015). Available at: <http://www.academia-moscow.ru/catalogue/4891/47898/> (Last accessed: 18.01.2015).

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Хажмурадов М. А.  
Дата надходження рукопису 23.04.2015*

**Павленко Евгений Петрович**, кандидат технических наук, доцент, кафедра информационно-управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166  
E-mail: [evg-pavl@mail.ru](mailto:evg-pavl@mail.ru)

**Айвазов Виталий Артемович**, кафедра охраны труда, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166

**Берюх Игорь Сергеевич**, кафедра информационно-управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166  
E-mail: [beruh.igor@mail.ru](mailto:beruh.igor@mail.ru)

УДК 504:502.3

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.42635

## АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ

© В. М. Шмандій, Д. Л. Пляцук, Л. Л. Гурець

*Для розробки алгоритму моделювання техногенного навантаження в регіоні запропоновані послідовні етапи загального аналізу забруднення об'єктів довкілля в результаті викидів стаціонарних джерел, у завдання яких входили процедури оцінки техногенної дії на атмосферу. Для цього в статті запропоновано застосувати системний аналіз природно-антропогенних систем. Він показав, що будь-яка територія за її призначенням повинна розглядатися як сукупність двох середовищ: техногенного і природного*

**Ключові слова:** атмосфера, забруднюючі речовини, техногенне навантаження, алгоритм, оцінка техногенної дії, біоіндикація