

Ресурсосбережение в сфере ИТ при комплексной цифровизации образовательных процессов

Рассматриваются трудозатраты при создании программного продукта, основные принципы их формирования, рассмотрен пример оценки трудозатрат при проектировании базы данных с расчетом времени на ее разработку. Приводится пример решения задачи методами декомпозиции процесса и на основе построения диаграммы «сущность — связь». УДК статьи [004+005.96] / 37

В

опросы ресурсосбережения важны практически в любой сфере народного хозяйства, в том числе в сфере информационных технологий, особенно при цифровизации образовательных процессов. И любой специалист ИТ (программист, разработчик систем управления базами данных) должен уметь хорошо разбираться в этих вопросах как в рамках своих должностных обязанностей, так и смежных областей. В итоге может быть получен высокий экономический, а возможно, и эколого-социальный эффект за счет рационального потребления ресурсов.

К общей стратегии ресурсосбережения как системе действий, приводящих к уменьшению расходов ресурсов, принято относить переработку отходов, эффективное использование денежных средств, поиск менее дорогих альтернатив существующим технологическим процессам и оборудованию, то есть по сути сокращение расходов и перераспределение высвободившихся ресурсов в более эффективные сферы деятельности. Данная стратегия может оказать влияние не только на экономическую сферу, но и повлиять на общее состояние человека (отказ от вредных привычек), улучшить экологию (вторичная переработка ресурсов), а также воздействовать на социальные аспекты (расширить круг общения, изменив имеющиеся привычки). Таким образом, можно определить ресурсосбережение как мероприятия по изысканию резервов на основе снижения отходов и потерь. Данное направление, как следует из перечисленного, представляет собой комплексную задачу, для решения которой имеет смысл применить декомпозицию, разбив ее на несколько задач, охватывающих разные области знания:

- 1) экономическую задачу, включающую в себя организацию эффективного производства, стимулирование экономики ресурсов, внедрение грамотной политики ценообразования и сбыта;
- 2) техническую задачу, включающую в себя выбор ресурсоемких технологических средств (как на стадии производства, так и на стадии эксплуатации), разработку долговечной и ремонтнопригодной техники;
- 3) технологическую задачу, включающую в себя разработку безотходных технологических процессов с малым количеством операций, обеспечивающих производство продукции требуемого качества;
- 4) экологическую задачу, включающую в себя организацию производства с максимальным использованием возобновляемых ресурсов, грамотно взаимодействующего с окружающей средой.

При исследовании составляющих комплексной задачи ресурсосбережения, становится очевидно, что все перечисленные шаги легкоосуществимы в промышленности, производстве, аграрном секторе, то есть во всех материальных сферах экономики. Но в информационных технологиях такая детализация не только не помогает, но может еще больше запутать разработчика.

Так какой же из ресурсов можно сэкономить, чтобы в дальнейшем обратит его во благо: удешевить продукт и направить на дальнейшее развитие проекта? Вот главный вопрос, стоящий перед специалистом ИТ-отрасли, и ответ далеко не очевиден. Классический подход к экономии здесь неприменим, поскольку, например, экономия электроэнергии — это лишь капля в море данной сферы деятельности. Экономия на оборудовании также недопустима,

Д.В. Смелков¹

ФГАОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)», канд. техн. наук, smelkov68@mail.ru

В.Ф. Куксевич²

УО «Витебский государственный технологический университет»

Д.В. Черненко²

УО «Витебский государственный технологический университет», chernenko203509@gmail.com

¹ доцент кафедры, Москва, Россия
² старший преподаватель, г. Витебск, Республика Беларусь

Для цитирования: Смелков Д.В., Куксевич В.Ф., Черненко Д.В. Ресурсосбережение в сфере ИТ при комплексной цифровизации образовательных процессов // Компетентность / Competency (Russia). — 2023. — № 3. DOI: 10.24412/1993-8780-2023-3-16-21

ключевые слова

оценка трудозатрат, алгоритм действий, ресурсы, программный продукт

поскольку от него напрямую зависит качество производимого продукта. Так какой ресурс следует бережливо использовать при работе над информационным проектом?

Итак, главным ресурсом в сфере IT является сам труд человека, поэтому мероприятия по ресурсосбережению в этой сфере в первую очередь должны способствовать снижению трудозатрат и рациональному использованию этого вида ресурсов.

Из психологии известно, что при оценке новых задач люди склонны недооценивать сложность их выполнения, а если при этом отсутствует опыт подобной оценки, то проект рассматривается чаще всего как изолированная работа. Как правило, при этом не учитывается, что чистая производительность труда снижается из-за не включенных в проект факторов: участия в собраниях и обсуждениях, рабочей переписки, решения технических вопросов, изучения документов, форс-мажорных обстоятельств. Таким образом, посвятить все рабочее время поставленной задаче практически невозможно. В лучшем случае проекту будет посвящено 75 % рабочего времени, и это самый оптимистичный прогноз.

Не вызывает сомнений, что любые затраты времени, заложенные в проект, должны иметь свои объяснения и аргументацию. Кроме того, при формировании аргументации возникает возможность лучше оценить предстоящую работу, что, в свою очередь, помогает скорректировать оценку и отстоять свою точку зрения перед заказчиком.

Если обратиться к специализированной литературе, можно найти многочисленные технологии оценки трудозатрат. В соответствии с международным стандартом [1] трудозатраты являются одним из элементов показателей качества разрабатываемых систем и программного обеспечения. Он «полезен для показателей качества, таких как трудозатраты на выполнение намеченной задачи пользователя, на восстановление системы или на сопровождение с использованием люд-

ских ресурсов — оператора, пользователя, разработчика, тестировщика или специалиста по обслуживанию». Однако теория без практики — несовершенное знание. Для качественной оценки необходимо выработать привычку оценивать собственную работу. Выработав подобную привычку, вы научитесь делать поправки в сроки выполнения работ на основе накопленного опыта.

Сформулируем этапы оценки трудозатрат и представим их в виде алгоритма действий (рис. 1).

На начальном этапе необходимо сформулировать предварительную оценку трудозатрат. Даже если оценка будет далека от реальности, она будет корректироваться. Необходимо обязательно записать полученное значение. Это позволит сравнить его с реальным значением и сделать выводы на будущее. На этапах выполнения работ специалисту придется интуитивно подстраиваться под сформированную оценку времени и делать выводы о правильности планирования. Чем чаще и для более разнообразных задач будет применяться данный алгоритм, тем больший опыт приобретает разработчик.

Перечислим рекомендации, делающие оценку трудозатрат более эффективной:

- ▶ при планировании имеет смысл добавлять резерв времени на непредвиденные обстоятельства от 5–10 до 30–40 %. Сравнивая планируемые и реальные значения, можно вычислить собственный коэффициент погрешности, который можно и нуж-

справка

Трудозатраты — это количество рабочего времени, необходимого для выполнения работы, выражающееся в человеко-часах. Данное определение трудозатрат при работе над программным продуктом в первую очередь поможет ответить на один из самых важных вопросов: к какому сроку можно гарантировать выполнение работ? При этом если проект выполняется впервые, то опыт оценки подобных работ может быть использован в будущем

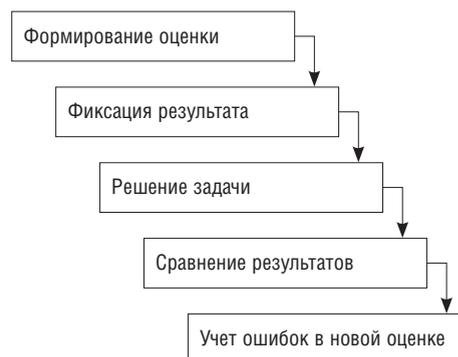


Рис. 1. Алгоритм действий [Action algorithm]

но использовать при планировании в дальнейшем;

- ▶ необходимо заранее решить вопросы ресурсов. Все работы, которые могут быть выполнены заранее, должны быть выполнены заранее. Например, написание библиотек, подготовка исходных данных и т.д.;

- ▶ следует максимально использовать метод параллельного выполнения задач. Необходимо помнить, что параллельная работа может быть реализована и одним человеком, но если в проекте работают несколько человек, то данный метод обязателен;

- ▶ сформированная единожды оценка трудозатрат не является неизменной. Сверяясь с планом оценки, ее можно и нужно корректировать. При этом значение может изменяться как в большую, так и в меньшую сторону;

- ▶ как и все задачи в сфере информационных технологий, область планирования можно хотя бы частично автоматизировать. Даже в самом простейшем варианте можно использовать электронные календари или системы управления проектом.

Наиболее эффективным при оценке трудозатрат является использование структурной декомпозиции. Как известно, декомпозиция — это разделение проблемы на ряд задач, не превосходящих суммарно по сложности исходную, объединяя решения которых можно сформировать решение исходной задачи в целом.

Применяя данный метод, можно:

- ▶ увеличить точность оценки трудозатрат небольших задач по сравнению с общей оценкой всего проекта;
- ▶ определить весь объем трудозатрат как сумму трудозатрат отдельных задач;
- ▶ выполнить переход от общего представления к конкретным действиям;
- ▶ упростить построение плана и помочь при принятии решения о распараллеливании задач.

Рассмотрим оценку трудозатрат на примере проектирования структуры базы данных.

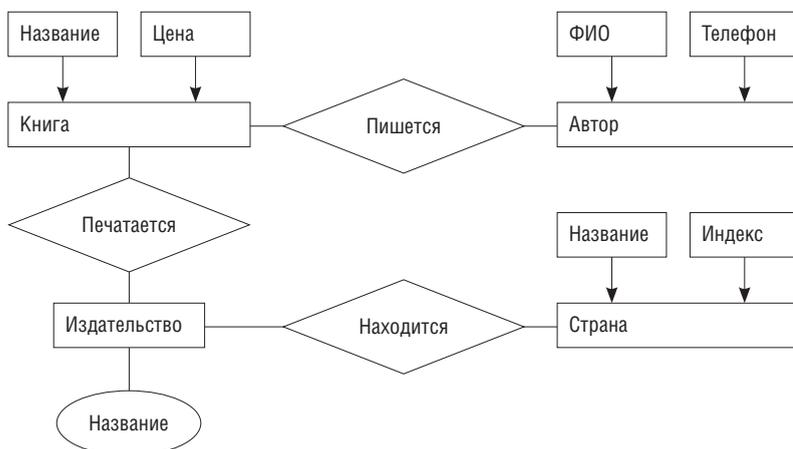
На первом этапе выполняется декомпозиция процесса проектирования. Данный процесс достаточно сложный и может быть разбит на три основных этапа проектирования базы данных:

- ▶ концептуальное проектирование;
- ▶ логическое проектирование;
- ▶ физическое проектирование.

Перед началом проектирования необходимо изучить предметную область. Изучение предметной области производится на основании технического задания, а при его отсутствии — на основании опроса заказчика. Данные мероприятия требуют времени, поэтому трудозатраты на этот этап также должны быть учтены. Но так как формально время на изучение предметной области не включается в проектирование, а относится к подготовительному этапу работы над проектом, в данном примере оно учитываться не будет.

На этапе концептуального проектирования необходимо разработать диаграмму «сущность — связь», при этом наиболее удобной будет диаграмма по методу Питера Чена [2] (рис. 2). Она включает в себя сущности и связанные с ними атрибуты, а также связи между сущностями. Удобной характеристикой, определяющей в данном случае объем работ, будет количество сущностей и их атрибутов. На этапе концептуального проектирования диаграмма «сущность — связь» включает в себя только информационные атрибуты. Результаты расчетов имеет смысл свести в табличную форму.

Рис. 2. Диаграмма «сущность — связь» [Entity — relationship diagram]



В рассматриваемом примере предполагается наличие 4-х сущностей с общим количеством атрибутов, равных 7:

$$Ent = 4; \quad (1)$$

$$Attr = 7. \quad (2)$$

Количество связей примем равным 3, то есть на единицу меньше, чем количество атрибутов:

$$Re\ l = 3. \quad (3)$$

Для расчета трудозатрат введем временной коэффициент для одного атрибута:

$$t_{attr} = 0,1 \text{ ч.} \quad (4)$$

Величина этого значения зависит от опыта разработки и сложности базы данных.

На концептуальном этапе также можно применить принцип декомпозиции. Здесь должны быть выполнены следующие действия: выделены сущности и атрибуты; определены связи между сущностями. Результат этих действий сведен в таблицу.

Для каждого элемента проекта введем свой временной коэффициент. Для каждой сущности

$$t_{ent} = 0,05 \text{ ч,} \quad (5)$$

для каждой связи

$$t_{rel} = 0,08 \text{ ч.} \quad (6)$$

В коэффициент трудозатрат (6) включается определение веса связи путем построения утверждения и оценки корректности этого утверждения, исходя из описания предметной области. Например, для определения связи между книгой и автором на основании диаграммы, показанной на рис. 2, составляются два утверждения:

- ▶ автор пишет книги, то есть автор может написать много книг;
- ▶ книга пишется автором, то есть у книги может быть только один автор.

Таким образом, данная связь будет представлять собой связь с весом «много к одному», так как родительской сущностью будет книга, а дочерней — автор.

Для каждого атрибута необходимо также описать домен, который включает диапазон всех допустимых значений атрибута. Эту работу оценивают коэффициентом:

$$t_{dot} = 0,08 \text{ ч.} \quad (7)$$

Следующим этапом необходимо оформить диаграмму «сущность — связь» в нотации Чена. Зная количество атрибутов и связей, можно легко рассчитать трудозатраты:

$$T_{con} = Attr \cdot (t_{attr} + t_{dot}) + Ent \cdot t_{ent} + Re\ l \cdot t_{rel} = 7 \cdot (0,1 + 0,08) + 4 \cdot 0,05 + 3 \cdot 0,08 = 1,7 \text{ ч.} \quad (8)$$

К вычисленному значению трудоемкости необходимо добавить резерв, который в данном случае будет составлять 20 %:

$$t_{res} = 0,2 \cdot 1,7 = 0,34 \text{ ч.} \quad (9)$$

С учетом резерва трудозатраты для концептуального этапа проектирования базы изменятся до

$$T_{con} = 0,34 \cdot 1,7 = 2,04 \text{ ч.} \quad (10)$$

Необходимо также учесть личный коэффициент производительности, который примем равным 0,3:

$$t_{pr} = 0,3 \cdot 2,04 = 0,612 \text{ ч.} \quad (11)$$

В итоге для концептуального этапа проектирования базы данных понадобится:

$$T_{con} = 0,612 \cdot 2,04 = 2,652 \text{ ч.} \quad (12)$$

Следующим этапом проектирования базы данных будет логический этап проектирования, в результате которого диаграмма «сущность — связь»

Таблица
Сущности и атрибуты
[Entities and attributes]

Сущности [Entities]	Количество атрибутов [Number of attributes]
Книга	2
Автор	2
Издательство	1
Страна	2
Итого	7

нотации Чена будет преобразована в диаграмму «сущность — связь» нотации классов UML.

Здесь также используется принцип декомпозиции, разделяющий логический этап на ряд более мелких действий: ► добавление служебных полей. Трудозатраты на выполнение данной задачи зависят от числа связей сущностей:

$$\begin{aligned} t_{sl} &= 0,01 \cdot (Ent + Re l) = \\ &= 0,01 \cdot (4 + 3) = 0,07 \text{ ч;} \end{aligned} \quad (13)$$

► определение типов полей согласно сформированным на концептуальном этапе доменов атрибутов. Эти трудозатраты также зависят от количества атрибутов, число которых увеличится за счет введения служебных атрибутов до $Attr = 14$:

$$t_{typ} = 0,05 Attr = 0,05 \cdot 14 = 0,7 \text{ ч;} \quad (14)$$

► переименование атрибутов и сущностей:

$$\begin{aligned} t_{ren} &= 0,05 \cdot (Attr + Ent) = \\ &= 0,005 \cdot (14 + 4) = 0,09 \text{ ч;} \end{aligned} \quad (15)$$

► оформление диаграммы UML-классов:

$$\begin{aligned} t_{uml} &= 0,05 \cdot (Attr + Ent + Re l) = \\ &= 0,05 \cdot (14 + 4 + 3) = 1,05 \text{ ч.} \end{aligned} \quad (16)$$

Суммировав полученные на логическом этапе проектирования значения, можно вычислить трудозатраты на этом этапе, которые составят:

$$\begin{aligned} T_{log} &= t_{sl} + t_{typ} + t_{ren} + t_{uml} = \\ &= 0,07 + 0,7 + 0,09 + 1,05 = 1,91 \text{ ч.} \end{aligned} \quad (17)$$

Применив те же значения коэффициентов резерва и личной производительности, как и для этапа концептуального проектирования, получим:

$$T_{log} = 2,98 \text{ ч.} \quad (18)$$

Этап физического проектирования базы данных включает в себя написание запросов на языке SQL, в результате выполнения которых будут созданы таблицы будущей базы данных и связи между ними. Трудозатраты на этом эта-

пе будут зависеть от количества сущностей, атрибутов и связей:

$$\begin{aligned} T_{phys} &= 0,1 \cdot (Attr + Ent + Re l) = \\ &= 0,1 \cdot (14 + 4 + 3) = 2,1 \text{ ч.} \end{aligned} \quad (19)$$

Снова используя те же значения коэффициентов резерва и личной производительности, что и для этапа концептуального проектирования, получим:

$$T_{phys} = 3,276 \text{ ч.} \quad (20)$$

В результате, сложив трудозатраты на всех этапах проектирования, получаем общие затраты времени на проектирование базы данных:

$$\begin{aligned} T &= T_{con} + T_{log} + T_{phys} = \\ &= 2,652 + 2,98 + 3,276 = 8,898 \text{ ч.} \end{aligned} \quad (21)$$

Заключение

Проанализировав полученные в результате расчетов значения трудозатрат, можно определить с длительностью того или иного этапа работы над IT-проектом, сделать выводы о возможности распределения работ, определиться с наиболее продолжительными этапами и возможностью их сокращения (использование автоматизации, более производительные инструменты, более тщательная подготовка). Таким образом, будет дан ответ на самый главный для заказчика вопрос: когда (с точностью до дня) будет представлен готовый проект.

При проведении комплексной цифровизации образовательного процесса знания о времени выполнения связанных с ней IT-проектов позволят:

- оценить общий объем всех работ;
- сделать вывод о необходимости или увеличить свой штат IT-сотрудников, или обратиться к специализированной IT-организации;
- спрогнозировать трудозатраты на дальнейшие аналогичные проекты;
- корректно спланировать бюджет и оценить возможную прибыль.

Понимая стратегию ресурсосбережения как комплекс принципов, факторов, методов и мероприятий, обеспечивающих снижение расходов совокупных ресурсов на единицу валового

продукта либо на единицу полезного эффекта конкретного товара, приходим к еще одному выводу. В сфере IT-технологий наиболее актуальными из всех видов ресурсов (материальные, финансовые, информационные) явля-

ются трудовые ресурсы, бережное использование которых дает как экономический, так и качественный эффект. Соответственно, именно на их сбережение должны быть направлены наибольшие усилия.

■ *Статья поступила в редакцию 10.02.2023*

Список литературы

1. ISO/IEC 25021:2012. Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Требования к качеству и оценка систем и программного обеспечения (SQuaRE). Элементы показателей качества.
2. Чен П. П.-Ш. Модель «сущность — связь» — шаг к единому представлению о данных / пер. с англ. М.Р. Коголовский // Системы управления базами данных. — 1995. — № 3.

Resource Saving in the Field of IT in the Educational Processes Complex Digitalization

D.V. Smelkov¹, FSAEI FVT Academy for Standardization, Metrology and Certification (Training), PhD (Tech.), smelkov68@mail.ru

V.F. Kuksevich², El Vitebsk State Technological University

D.V. Chernenko², El Vitebsk State Technological University, chernenko203509@gmail.com

¹ Associate Professor of Department, Moscow, Russia

² Senior Lecturer, Vitebsk, Republic of Belarus

Citation: Smelkov D.V., Kuksevich V.F., Chernenko D.V. Resource Saving in the Field of IT in the Educational Processes Complex Digitalization, *Kompetentnost' / Competency (Russia)*, 2023, no. 3, pp. 16–21. DOI: 10.24412/1993-8780-2023-3-16-21

key words

assessment of labor costs,
algorithm of actions, resources,
software product

In the process of working on any IT project, it often becomes necessary to consider the issue of resource saving. At the same time, in the field of IT design, it is difficult to single out the resource-saving object. The resources we are accustomed to save are not used, or are used in insignificant quantities.

In this article, as an object of resource saving, it is proposed to consider labor costs when creating a software product, which is relevant for the IT field. We have shown the basic principles of labor costs formation as an element of a quality indicator. An example of labor costs assessment in the design of a database with the calculation of time for database development is on consideration. The paper shows one of the scientific approaches to solving the problem, such as process decomposition. The modeling method of Peter Chen based on the construction of the entity — relationship diagram is also used.

When carrying out a comprehensive digitalization of the educational process, knowledge about the execution time of related IT projects will allow: (a) estimate the total amount of all work; (b) make a conclusion about the need to either increase your IT staff, or contact a specialized IT organization; (c) predict labor costs for further similar projects; (d) correctly plan the budget and estimate the possible profit.

References

1. ISO/IEC 25021:2012 Software development and systems design. Quality requirements, systems and software evaluation (SQuaRE). Elements of quality indicators.
2. Chen P. P.-Sh. Model' sushchnost' — svyaz' — shag k edinomu predstavleniyu o dannykh [The entity — relationship model is a step towards a unified view of data], *Sistemy upravleniya bazami dannykh*, 1995, no. 3.