

Технология и практика проектирования

Волкова Виолетта Николаевна, доктор экономических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ

Ефремов Артём Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент

Логинова Александра Викторовна, кандидат экономических наук, доцент

Высшая школа киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

ПРИМЕНЕНИЕ СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Для обоснования программы дисциплины «Информационные технологии» предлагается стратифицированная классификация информационных технологий (ИТ), основанная на распределении снизу вверх по стратам методов, инструментальных и технических средств работы с информацией по мере их усложнения: от средств, обеспечивающих взаимодействие человека с ЭВМ, сбор, хранение, способы поиска и обработки информации, до ИТ извлечения знаний, НБИК-технологий и эмерджентных технологий четвёртой промышленной революции.

Ключевые слова: *информационные технологии, классификация, модели обращения информации, модели преобразования информации, эмерджентные технологии.*



Введение

В настоящее время знание информационных технологий необходимо практически всем выпускникам современных вузов. В то же время объёмы дисциплины «Информационные технологии» ограничены, и нужно выбирать — какие технологии важнее для соответствующих специальностей.

Для выбора ИТ предлагается использовать многоуровневую классификацию [7], которая помогает ориентироваться в многообразии ИТ.

При анализе разнообразных видов ИТ и разработке их классификации учтены виды и способы получения и обработки информации, а также тот факт, что существующие ИТ развиваются и видоизменяются на основе новых инструментальных и технических средств реализации ИТ.

Многоуровневая классификация информационных технологий

При разработке классификации проведено исследование способов преобразования информации на основе применения моделей обращения информации Ф.Е. Темникова [13] и моделей восприятия и преобразования информации в концепции А.А. Денисова [6] и определены основные этапы преобразования информации. Учтено также, что ИТ постоянно развиваются, при этом появляющиеся новые технологии опираются на уже существующие и используют их, а существующие ИТ развиваются и видоизменяются на основе новых методов, процессов, инструменталь-

ных и технических средств реализации ИТ.

Традиционно при разработке классификаций применяют иерархическое представление в виде древовидной структуры. Однако в древовидной структуре между компонентами, помещаемыми на один уровень иерархии, образуется разрыв, и более того — в соответствии с исследованиями особенностей древовидных иерархических структур эти компоненты находятся в противоречии друг с другом, по этой причине не удастся учесть принятое требование взаимосвязи существующих и появляющихся новых технологий, которые опираются на эти существующие технологии.

Поэтому предлагается стратифицированное представление ИТ (рис. 1), основанное на распределении снизу вверх по стратам методов, инструментальных и технических средств работы с информацией по мере их усложнения — от средств, обеспечивающих взаимодействие человека с ЭВМ, сбор, хранение, поиск, различные способы обработки информации, до извлечения знаний, НБИК-технологий и эмерджентных технологий четвертой промышленной революции.

На стратах рис. 1 представлены основные примеры технологий.

Характеристика страт многоуровневой классификации ИТ

В нижней части рис. 1 помещены технологии взаимодействия человека с ЭВМ, обеспечивающие ввод и пред-



7. Эмерджентные технологии

7.1. Интернет-технологии

7.2. Интеллектуальные технологии

7.3. НБИК-технологии

и др.

6. Технологии создания систем управления предприятиями и организациями

6.1. Технологии создания АСУ и АИС

6.2. Технологии создания предметно ориентированных ИС

6.3. Технологии проектирования и отладки документальных и фактографических ИПС

6.4. Технологии создания АСНМОУ предприятия как АДФИПС

6.5. Технологии проектирования и выбора корпоративных ИС

5. Технологии обработки данных и извлечения знаний для принятия решений

5.1. OLAP-технологии и «витрины»

5.2. Технологии извлечения знаний из данных Data Science (KDD, ETL, Data Mining)

5.3. Методология SADT, RAD- и CASE-технологии

5.4. Технологии имитационного моделирования

4. Технологии обработки и транзакций

4.1. Технологии обработки численных и символьных данных

4.2. Технологии подготовки текстовых и табличных данных

4.3. OLTP-технологии

3. Технологии поиска информации

3.1. Технологии поиска в базах данных

3.2. Технологии документального информационного поиска

3.4. Технология поиска фактографических данных

2. Технологии регистрации, хранения и представления данных

2.1. Технологии создания баз данных. СУБД

2.2. Технологии построения и создания хранилищ данных

2.3. Облачные технологии

2.4. Технологии мультимедиа

1. Технологии общения человека и ЭВМ

1.1. Операционные системы)

1.2. Технологии алгоритмизации и программирования

1.3. Технологии шифрования и кодирования

1.4. Технологии тестирования

Рис. 1. Классификация информационных технологий



ставление информации в виде цифровой, текстовой, графической и т.п. форм с учётом кодирования, шифрования, тестирования.

На следующем уровне представлены ИТ, обеспечивающие регистрацию (сбор, ввод и т.п.) и хранение информации (БД и хранилища данных). На этот же уровень, с учётом развития технологий ниже лежащих уровней на основе вышестоящих, помещены технологии, инициированные в Интернет, но используемые и вне глобальной сети — облачные технологии, мультимедиа.

На последующих уровнях размещены технологии обработки информации.

Вначале — технологии поиска информации (страта 3), затем — ИТ обработки числовых и символьных данных, текстовой информации, таблиц (страта 4). На этот же уровень помещены ИТ транзакций (OLTP — On-Line Transactions Processing — обработка транзакций в реальном времени), поскольку традиционная сфера применения OLTP-приложений — хорошо структурированные, повторяющиеся задачи учёта заказов, материалов и т.п., на основе которых создаются учётные документы и оперативные отчёты, справки, что можно считать обработкой данных.

Следующие две страты включают ИТ, обеспечивающие более сложную обработку информации, подготовку её для принятия решений.

На страте 5 размещены OLAP технология (*On-Line Analytical Processing*),

ИТ-технология обнаружения знаний в базах данных KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), представляющая собой последовательность действий для построения модели извлечения знаний: отбор, очистка, трансформация, моделирование и интерпретация полученных результатов, ETL (*Extract, Transform, Load* — извлечение, преобразование, загрузка), Data Mining (*просев информации, добыча данных, извлечение данных, интеллектуальный анализ данных*), Big Data (большие данные).

Страту 5 можно было бы детализировать, с учётом истории развития ИТ сделать отдельную страту KDD, Data Mining, Big Data, объединив их современным единым термином Data Science — наука о данных, или даталогия, и более детально их классифицировать.

На страте 6 приведены ИТ-технологии для создания систем управления предприятиями и организациями, которые являются основой для проектирования или выбора информационных систем разного вида и назначения.

На рис. 2 предлагается расширенная трактовка технологий создания ИС разного рода и назначения, в которой к технологиям отнесены не только технические средства и методологии, лежащие в основе их создания, но и подходы, методы, методики проектирования ИС разного вида и назначения — АСУ, предметно-ориентированных (ПО) ИС разного вида и назначения, корпоративных



Рис. 2. Технологии создания информационных систем

ИС (КИС), документальных, фактографических и документально-фактографических ИС (ДИПС, ФИПС, ДФИПС), методики выбора ИС для конкретных предприятий и организаций. Показано, что для реализации методик применяются технологии, приведённые на нижележащих уровнях рис. 1.

Кроме того, наряду с этими технологиями необходимы новые технологии и автоматизированные средства их реализации (на рис. 2 обведены двойной линией), помогающие на этапе концептуального проектирования — при разработке структуры функциональной части ИС, определении очередности разработки информационных подсистем или выборе готовых программных продуктов и принятии решений на этапе концептуального проектирования ИС.

В числе таких технологий — автоматизированные диалоговые процедуры анализа целей и функций (АДПАЦФ) систем управления, автоматизированные диалоговые процедуры для реализации методов организации сложных экспертиз (АДП ОСЭ), таких как метод решающих матриц, методы многокритериальной оценки с учётом весовых коэффициентов критериев, модели оценки степени влияния компонентов ИС на реализацию целей и т.п., позволяющие автоматизировать обоснование состава компонентов ИС и исследование взаимоотношений между уровнями в архитектурах ИС.

Такие средства в настоящее время в большинстве своём ещё не доведены на уровня совершенных программных продуктов. Но есть разработки в Санкт-Петербургском



Политехническом университете Петра Великого [3, 9] и в фирме «Биг» [5].

Отдельные страты можно было бы сформировать для технологий, обеспечивающих автоматизацию более сложных функций обработки информации, приближающихся к интеллектуальным функциям человека и объединить их термином «интеллектуальные технологии». Однако с учётом появления и развития таких технологий на рис. 1 сохранены термины, предлагавшиеся при возникновении этих видов технологий — интернет-технологии, интеллектуальные технологии и нано-, био-, инфо-, и когнитивные технологии (НБИК-технологии). Общим для этих видов является комплексное использование технологий.

В частности, интеллектуальные технологии базируются на использовании технологий извлечения знаний, СППР, экспертных систем, нейронных сетей, инициированных идей сетей и биотехнологий, применяя которые обеспечивают «сборку знаний в единую модель предметной области» [2, с. 317–318]. Существуют различные классификации интеллектуальных технологий.

Интернет-технологии также объединяют разнообразные технологии, в том числе помещённые на нижние уровни, — новые языки программирования, облачные технологии, мультимедиа, поисковые системы, новые средства работы с текстовой и табличной информацией, включающие помимо подготовки текстов ещё и

средства поиска и пересылки фрагментов текста и т.п.

Применительно к НБИК-технологиям исходно принято использование термина «конвергентные технологии». Но с учётом того, что в математике термин «конвергенция» означает только сближение (от лат. *convergo* — сближаю), хотя в настоящее время пытаются этот термин трактовать расширенно, появляются другие названия, например синергия НБИК-технологий [12]. В зарубежных работах используется термин «эмерджентные технологии — *Emerging technologies*» [15, 16] (от *emerge* — появляться, т. е. появление новых свойств в результате объединения технологий¹).

С учётом того, что интернет-технологии и интеллектуальные технологии в результате объединения возможностей разных технологий тоже позволяют получать принципиально новые возможности по сравнению с объединяемыми технологиями, их также можно отнести к эмерджентным технологиям (рис. 1). Хотя в принципе для этих трёх видов технологий можно сформировать самостоятельные страты.

В настоящее время становится всё более очевидным, что невозможно не учитывать активное развитие технологий третьей и четвёртой промышленных революций. Поэтому в приведён-

¹ В теории систем одной из основополагающих закономерностей, введённой и исследованной Л. фон Бергаланфи является закономерность эмерджентности, в результате которой у системы появляются новые свойства, отсутствующие у её элементов.

ной классификации на верхней страте следует добавить группы этих видов технологий, кратко охарактеризованные в [4] и в следующих разделах.

Технологии третьей промышленной революции

Концепцию *третьей промышленной революции* принято связывать в первую очередь с именем американского социального философа, экономиста, писателя и общественного деятеля, автора идеи устойчивого развития и альтернативной энергетики **Дж. Рифкина**, который высказал идею о целесообразности распространения водородных топливных элементов для накопления энергии от возобновляемых источников и развитию «умных» энергетических сетей (smart grid). Термин «третья промышленная революция» получил широкое распространения после выхода его книги с одноимённым названием [11].

Основные технологии третьей промышленной революции в концепции **Дж. Рифкина** — распределённая энергетика, 3D-принтеры, рост автоматизации и распространение цифровых технологий (интернет вещей и др.).

После выхода книги **Дж. Рифкина** поднятая им проблема была продолжена сразу в трёх концепциях и публикациях других авторов:

В концепции доктора экономических наук, профессора МГУ **С.С. Губанова** [6], предлагается *неоиндустриальная парадигма* как формула развития России, обосновывается авторское предложение о том, что дальнейший

прогресс осуществим только на основе *планового проведения новой индустриализации — технотронной, высоко-технологичной, цифровой*.

Концепция британского журналиста **Питера Марша** основана на том, что новая промышленная революция [8] вызвана переворотом в научном мышлении — главным образом в математике, химии и физике — и выразилась в большом числе новшеств, включая появление новых технологий, нестандартных товаров, в участии гораздо большего числа стран в мировом производстве. **П. Марш** рассматривает 250 лет истории промышленного производства, и, по его мнению, новая промышленная революция развивается именно сейчас, поскольку после переноса производства в третьи страны туда перемещаются и инженеры, и фундаментальные учёные, и знания. Необходимо сочетать дорогостоящее и дешёвое производства в рамках *гибридных стратегий*, развивать «отраслевые ниши», производство в которых требует сложных технологий в ведущих странах.

Концепция третьей промышленной революции британско-американского предпринимателя **Криса Андерсона** [1] включает в качестве главных новых технологий — Интернет, Wi-Fi, планшеты, смартфоны, развитие 3D-технологий и 3D-принтеров. **К. Андерсон** прогнозирует, что в недалёком будущем каждый желающий сможет создать с помощью дизайн-программы 3D-модель нужной вещи и «распечатать» её на домашнем



3D-принтере. В сочетании с инновационными интернет-технологиями это может привести к новой форме промышленности, поскольку предоставляет любому желающему возможность изобретать и производить, т.е. перспективным в его концепции является индивидуальное «производство воображения».

Технологии четвёртой промышленной революции

Прогнозируемая *четвёртая промышленная революция* означает появление полностью цифровой промышленности, основанной на взаимном проникновении индустриальных и информационных технологий.

Для упорядочения технологий четвёртой промышленной революции немецкий экономист; основатель и бессменный президент с 1971 г. Всемирного экономического форума **Клаус Шваб** ориентируется на идеи Индустрии 4.0, в соответствии с которой для крупной промышленности планируется широкое внедрение в заводские процессы киберфизических систем (CPS).

К. Шваб предлагает рассматривать три блока — физический, цифровой и биологический [14]: *физический* блок (беспилотные транспортные средства, 3D-печать, передовая робототехника, новые материалы); *цифровой* блок (интернет вещей и его приложения, удалённый мониторинг, блокчейн, экономика по требованию и др.); *биологический* блок (управление генетикой человека, животных и растений, а так-

же создание клеток взрослых организмов, включая людей; 3D-производство живых тканей — биопечать).

Представленный в книге К. Шваба [14] перечень технологий, полученный в результате опроса 800 руководителей высшего звена (отчёт «Глубинное изменение — технологические переломные моменты и социальное воздействие», Прогноз до 2015), включает 23 технологии.

Стратегия развития инновационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы

В Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы в качестве основных предлагаются следующие технологии: а) конвергенция сетей связи и создание сетей связи нового поколения; б) обработка больших объёмов данных; в) искусственный интеллект; г) доверенные технологии электронной идентификации и аутентификации, в том числе в кредитно-финансовой сфере; д) облачные технологии и туманные вычисления; е) интернет вещей и индустриальный интернет; ж) робототехника и биотехнологии; з) радиотехника и электронная компонентная база; и) информационная безопасность.

Заключение

К достаточно освоенным информационным технологиям в настоящее время добавляются технологические инновации, образующие весь

ма обширное неупорядоченное пространство, которое к тому же непрерывно расширяется. Таким образом, перед руководителями предприятий (организаций) возникает задача сравнительного анализа и выбора новых технологий с учётом их особенностей и возможностей. Поэтому в программу дисциплины «Информационные технологии» наряду с характеристикой основных видов технологий для соответствующей специальности необходимо включить подход к выбору инновационных технологий для предприятий и организаций, предлагаемый в [4, 10].

История и теория исследования таких неупорядоченных пространств показывает, что начинать нужно с классификации и систематизации элементов и компонентов этого пространства, с изучения закономерностей их

взаимовлияния и взаимодействия между собой и с окружающей средой, на которую они оказывают влияние, закономерностей устойчивого развития социально-экономических систем в условиях активного внедрения технологических инноваций.

Для выбора технологий, включаемых в программу дисциплины «Информационные технологии» конкретной специальности, предлагается применить одну из основных идей системного анализа — упрощение сложного путём постепенного сужения области допустимых решений при организации процесса принятия решений. Для осуществления этой идеи следует применять методы организации сложных экспертиз и реализующие их автоматизированные диалоговые процедуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Anderson Ch.* Markers: The New Industrial Revolution. New York, NY: Crown Publishing Group, 2012. 272 p.
2. *Болотова Л.С.* Системы искусственного интеллекта: Модели и технологии, основанные на знаниях: учебник / Л.С. Болотова. — М.: Финансы и статистика, 2012. — 664 с.
3. *Волкова В.Н.* Теория информационных процессов и систем: учебник и практикум для академического бакалавриата / В.Н. Волкова. — 2-е изд. перераб. и доп. — М.: Изд-во Юрайт, 2018. — 432 с.
4. *Волкова В.Н., Чёрный Ю.Ю.* Анализ концепций развития эмерджентных технологий // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. Материалов XXII Междунар. научно-практич. конференции. — СПб.: Изд-во Политехн. университета, 2018. — С. 297–306.
5. *Григорьев Л.Ю.* Организационное проектирование на основе онтологий: методология и система ОРГ-Мастер / Л.Ю. Григорьев, Д. В. Кудрявцев // Научно-



- технические ведомости СПбГПУ. Серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление». –2012. — № 1. — С. 21–28.
6. *Губанов С.С.* Державный прорыв. Неоиндустриализация России и вертикальная интеграция. М.: Книжный Мир, 2012. — 224 с. — (Серия «Сверх держава»).
 7. Information Technologies to Support Decision-Making in the Engineering and Control / Volkova V.N., Vasiliev A.Y., Efremov A.A., Loginova A.V. // В сб.: Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 20. 2017. С. 727–730.
 8. *Марш П.* Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства. — М.: Изд-во Института Гайдара, 2015. — 420 с.
 9. Моделирование процессов и систем: Практикум: учеб. пособие для академического бакалавриата / Под ред. В.Н. Волковой. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 295 с.
 10. Подход к сравнительному анализу и выбору технологических инноваций третьей и четвёртой промышленных революций // В.Н. Волкова, А.Е. Леонова, А.В. Логинова, Ю.Ю. Чёрный. XXI Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям (SCM-2018). Сб. докладов: в 2 т. Санкт-Петербург. 23–25 мая 2018 г. — СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — С. 373–376.
 11. *Rifkin J.* The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. — N.Y.: St. Martin's Press, 2011. — 304 p. Русскоязычное издание: Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом. — М.: Альпина нон-фикшн, 2014. — 410 с.
 12. *Руденский О.В.* Инновационная цивилизация XXI века: конвергенция и синергия NBIC-технологий. Тенденции и прогнозы 2015–2030 / О.В. Руденский, О.П. Рыбак // Информационно-аналитический бюллетень. — 2010. — № 3.
 13. *Темников Ф.Е.* Теоретические основы информационной техники / Ф.Е. Темников, В. А. Афонин, В. И. Дмитриев. — 2-е изд. — М.: Энергия, 1979. — 512 с.
 14. *Шваб К.* Четвёртая промышленная революция: пер. с англ. — М.: Изд-во «Э», 2017. — 208 с.
 15. <http://www.answers.com/topic/emerging-technologies#ixzz3SP9WEAVx>.
 16. <http://answers.com/topic/emerging-technologies>.