

# 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 уровень 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 технологий<sup>1</sup>).

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-

<sup>1</sup> 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, высокотехнологичной, 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>.