

Michael Weigend

ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ В ГЕРМАНИИ – ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ

В Германии преподавание Информатики до 10-го класса включительно отличается чрезвычайным разнообразием, частично из-за федеративной организации системы образования. Информатика преподается на уроках разных типов (обязательные, факультативные, с углубленным изучением) в зависимости от типа школы. На содержание уроков влияют образовательные стандарты, опубликованные в 2008 Обществом Информатики, ведущей профессиональной ассоциацией в области информатики в Германии, а в классах с 11-го по 13-й преподавание информатики определяется федеральными стандартами Национальной конференции министерства образования и культуры и унифицированными выпускными экзаменами. За последние 10 лет появилось много внешкольных организаций, предлагающих уроки по всем аспектам информатики.

ИНФОРМАТИКА И ИНТЕГРИРОВАННАЯ ICT (Information and Communications Technology)

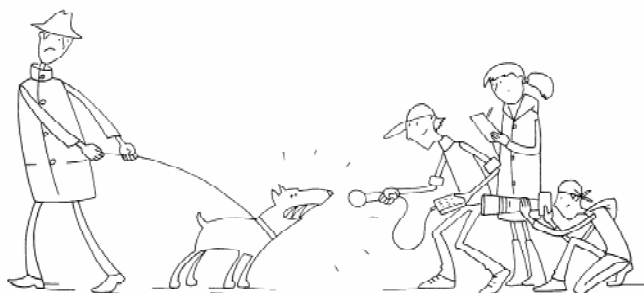
В немецких школах имеются два пути обучения информатике:

- непосредственно на уроках информатики;
- на уроках по другим предметам (по математике или языку – интегрированная ICT).

Типичным примером обучения посредством ICT на уроках языка являются газетные проекты, спонсируемые крупными издательствами, такими как WAZ или Süddeutsche Zeitung (<http://www.derwesten.de/zeusmedienwelten/>, <http://schule-und-zeitung.sueddeutsche.de/>). Ученики (обычно восьмиклассники) получают на какое-то время бесплатные экземпляры местных газет, анализируют статьи, посещают редакции и сами пишут статьи. Лучшие из них публикуются в местной газете на специальной странице. В процессе этой работы они используют текстовые процессоры и знакомятся со шрифтами, форматированием страниц, проверкой орфографии и т. д. Тем самым, кроме основной цели – изучения языка, ученик знакомится с применением информационных и коммуникационных технологий (ICT).

Программа по математике в Германии требует знания компьютерных программ для работы с геометрическими объектами и построения графиков к концу 10-го класса.¹ Кроме того, программы вроде Geogebra или 3D-редактора SketchUp становятся популярными в преподавании математики. Вот пример (с сокращением) из учебника математики для 9-го класса (Weigend 2012):

¹ Например, см. программу по математике в NRW: <http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/kernlehrplaene-sek-i/gymnasium-g8/mathematik-g8/kernlehrplan-mathematik/anforderungen/anforderungen.html>.



Ученники... анализируют статьи, посещают редакции и сами пишут статьи.

Экспедиция на Марс:

1. **Дизайн.** Сконструируйте жилую станцию на Марсе, состоящую из четырех стандартных блоков (восьмиугольных призм), пяти стандартных труб (цилиндров) и оранжереи (пирамиды) (рис. 1).

2. **Расчет:** Сколько воздуха нужно доставить на станцию, чтобы заполнить все помещения?

3. **Обсуждение.** Некоторые утверждают, что форма оранжереи не оптимальна. А как Вы думаете?

В этом проекте используются такие действия, как «вычисление периметра, длины окружности, площадей и объемов», входящие в официальную программу по математике. Программа поддерживает процесс обучения математике, реализуя эти действия (рис. 2).

Для построения сложных моделей нужны достаточно глубокие знания по информатике:

– отличие компонента (абстрактного описания типа) от конкретного экземпляра компонента;

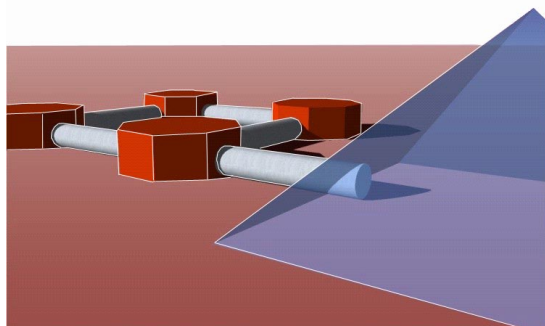


Рис. 1. 3D-модель «станции на Марсе», созданная с помощью SketchUp

– атрибуты компонента (форма, материалы) и атрибуты экземпляра компонента (относительные размеры, масштаб);

– сложные структуры должны конструироваться путем соединения некоторого числа компонентов.

Вопрос в том, в какой мере может учитель математики на одном уроке наряду с обучением математике затрагивать и концепции информатики. В Германии на этот счет существуют различные мнения. Многие специалисты по компьютерам считают, что для информатики нужно отводить отдельные уроки.

ШЕСТНАДЦАТИЧЛЕННАЯ ШКОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Федеративная республика Германия состоит из 16 земель с различными системами образования. Вопросы культуры, включая и образование, не регулируются централизованно из Берлина, а предоставлены на усмотрение земель. Однако в образовании в области информатики имеются некоторые общие черты:

1. В начальной школе (1–4 классы) информатика не преподается.

2. В последних двух классах (обычно это 11–12 классы) почти все школы предлагают выпускникам курсы по информатике по выбору. Эти курсы в значительной степени унифицированы по всей Германии.

3. Ученики старших классов могут выбирать информатику на выпускных экзаменах.

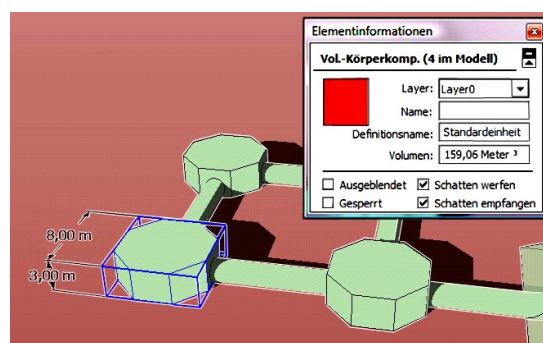


Рис. 2. SketchUp позволяет документировать 3D-модель и проверять значения площадей и объемов

нах. На письменном экзамене по информатике действует общенациональный стандарт.

С 5-го по 10-й классы преподавание информатики в разных землях заметно различается. В большинстве земель ученики посещают начальную школу в возрасте с 6 до 10 лет (1–4 классы). В это время информатика обычно не преподается. После 4-го класса ученики разделяются в соответствии со способностями по школам следующих типов:

- *Основная школа (Hauptschule)* продолжается с 5-го по 10-й классы. После окончания этой школы ученик обычно продолжает свое профессиональное образование.

- *Реальная школа (Realschule)* также продолжается с 5-го по 10-й, но имеет более сложную программу, готовя учеников к более сложному профессиональному образованию в дальнейшем. Ученики с хорошими выпускными оценками могут поступать в 11-й класс гимназии.

- *Гимназия (Gymnasium)* продолжается с 5-го по 12-й (или 13-й) классы. Выпускники гимназии имеют право поступать в университет. Гимназия – не общедоступная школа, в нее принимают только достаточно способных детей, причем в случае плохой успеваемости ученик может быть отчислен и отправлен в обычную школу. Обучение в классах 11 и 12 практически одинаковое по всей Германии.

- *Общеобразовательная школа (Gesamtschule)*. Отбор учеников в гимназию и вообще принцип раннего (в возрасте 10 лет) отбора серьезно критиковался в последние десятилетия. Процедура отбора (основанная на рекомендации учителя начальной школы) затрудняла поступление в гимназию детей из семей с низким социальным положением. Поэтому в некоторых землях (как Северный Рейн Вестфалия, далее NRW) были созданы общеобразовательные школы (Gesamtschule), принимающие (теоретически) всех учеников и доводящие учеников высокого второго уровня до 2-й ступени при условии хорошей успеваемости.

На 2-й ступени существуют 4 типа курсов по информатике, в зависимости от их места во всей школьной программе.

- *Обязательный курс.* Особенно в Баварии и Саксонии ученики посещают курсы

по информатике в течение всех лет обучения, то есть с 5-го по 10-й классы. В Баварии в гимназиях с естественно-техническим уклоном (Naturwissenschaftlich-technisches Gymnasium, NTG) все ученики изучают информатику в 9-м и 10-м классах.

- *Курсы по выбору.* Учебная программа во всех немецких школах содержит несколько курсов по выбору. Во многих школах информатика обычно входит в число предметов по выбору. Студент может выбрать ее и в итоге получить зачет.

- *Комбинированные курсы.* Информатика может изучаться в сочетании с другим предметом, например технологией. В Саксонии все ученики должны изучать курсы технологии-информатики в 5-м классе (90 минут в неделю) и в 6-м классе (45 минут в неделю). В некоторых школах в земле Северный Рейн Вестфалия (школах с технологическим уклоном) есть комбинированные курсы с информатикой с 8-го до 10-го класса (4 урока в неделю). Эти курсы в таких школах приравнены к традиционным «главным» предметам – немецкому языку, математике и английскому.

- *Добавочные курсы.* Уроки информатики могут проводиться и в качестве дополнительных занятий без соответствующей отметки в аттестате. Это означает, что ученик не получает никаких оценок, и вообще посещение курса не влечет никаких последствий, если он не справляется с заданиями.

Объем преподавания информатики в 5–10 классах заметно различается в землях Германии:

- в земле Баден Вюртемберг доступны только добавочные курсы;

- в Баварии технология (с упором на информатику) является обязательным предметом в 6-м и 7-м классах (45 минут в неделю), с 8-го по 10-й класс она является дисциплиной по выбору;

- в Саксонии информатика является обязательным предметом (45 минут в неделю) во всех школах 2-й ступени (с 7-го по 10-й классы), в 5-м и 6-м классах она преподается в комбинации с технологией.

В 11–12 классах информатика преподается практически во всех гимназиях и комп-

лексных (comprehensive) школах. Программа для этой возрастной группы определяется соглашением между 16 землями Германии.

ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Начальное образование в Германии, в первую очередь, состоит в обучении чтению, письму и арифметике. Уроки по искусству, музыке, английскому, физкультуре служат дополнением к основным предметам. В 3 и 4 классах 90 минут в неделю отводится так называемым «общим» предметам. В земле Северный Рейн Вестфалия общими предметами являются:

- природоведение,
- технология,
- окружающая среда,
- люди и общество,
- история.

Информатики в этом списке нет. Тем не менее, все начальные школы оснащены компьютерами. Обычно в каждом классе три компьютера, имеющие выход в Интернет, которые могут быть использованы несколькими школьниками в индивидуальной работе. Кроме того, почти все начальные школы имеют компьютерную лабораторию, в которой может работать целый класс. В целом оснащение и программа позволяют учителям обучать учеников информатике. Тем не менее, они этого не делают. Почему? Для этого могут быть две причины. Во-первых, мы мало знаем о способности маленьких детей к компьютерному мышлению. Существуют сомнения относительно целесообразности привлечения их к изучению информатики. Во-вторых, очень мало учителей начальной школы, которые интересуются информатикой и готовы менять планы уроков.

Однако вне школьной системы уже ведется работа по продвижению информатики в

начальную школу. Этим занимаются телевидение (например общественное Западно-немецкое Вещание в Кельне) и университеты.

«Mouse-TV» – широко известный телесериал для детей, начатый в 1971 и получивший более 75 наград. Его смотрят более чем в 100 странах. Также известны научно-популярные программы («Истории вещей»), рассказывающие об окружающем мире, в том числе и о компьютерах. Целевая возрастная группа – от 4 до 10, но эти передачи интересны и старшим школьникам и даже взрослым. Создатели этих программ придерживаются принципа, сформулированного Джеромом Брунером (Jerome Bruner) в шестидесятых годах и примененного Андреасом Швиллем (Andreas Schwill) к обучению информатике в девяностых: концентрация на фундаментальных идеях. Это означает, что основное внимание уделяется идеям, удовлетворяющим следующим критериям: в соответствии с «горизонтальным» критерием, идея должна быть применима в различных областях. Согласно «вертикальному» критерию, эта идея должна быть доступна на разных интеллектуальных уровнях. Следовательно, только те идеи, которые вы можете объяснить маленьким детям, являются фундаментальными, и их стоит изучать в школе.

Второй импульс преподавание информатики в начальной школе получает из университетов. В настоящее время несколько учреждений разрабатывают программы для 3-го и 4-го классов. В техническом университете Аахена создана компьютерная лаборатория «infoSphere» (<http://schuelerlabor.informatik.rwth-aachen.de/>). Ученики начальной школы вместе с учителем могут посетить эту лабораторию и, работая в ней, знакомиться с основными концепциями информатики. Одна из программ называется «Магическая школа информатики» («Magical School of Informatics») (Bergner, Holz, Schroeder 2012). Она состоит из шести «фокусов», которые осно-



Существуют сомнения относительно целесообразности привлечения их к изучению информатики.

ваны на идее, подобной обнаружению ошибки по четности суммы битов: кто-нибудь из присутствующих раскладывает 16 карточек черной или белой стороной случайным образом в виде квадрата 4 × 4. Фокусник добавляет еще 9 карт, якобы «чтобы усложнить задачу». Он кладет их так, чтобы число карт черной стороной вверх в каждом ряду и колонке было четным (рис. 3). Когда фокусник не видит, один из учеников переворачивает карту. Фокусник находит перевёрнутую карту, проверяя четность в рядах и колонках.

Вместо приглашения школьников в университет, группа из Ольденбургского университета, руководимая Ira Diethelm Oldenburg проводит уроки информатики в самой школе (<http://begeistern.fuer.informatik.uni-oldenburg.de>). Это приносит в школу новые идеи и дает возможность будущим учителям наладить контакт с учениками. Например, ролевая игра «Как работает Интернет?» основана на тележурнале «Mouse-TV». Ученики используют заготовленный заранее набор материалов в виде веревок, значков и таблиц с IP-номераами, создают сеть и разыгрывают обмен данными между провайдерами, роутерами, клиентами и другими компонентами сети.

ПРЕПОДАВАНИЕ ИНФОРМАТИКИ В 5–10 КЛАССАХ

В 2008 Общество Информатики (GI), самая крупная профессиональная организация специалистов по информатике с более чем 24 000 членами, опубликовала брошюру со стандартом по информатике для 5–7 классов и 8–10 классов (в режиме online доступна на <http://www.informatikstandards.de/>). Стандарт был создан под влиянием американского стандарта (US-American NCTM standards for math education, USA 2000), имевшего аналогичную структуру. Авторы (примерно 80 учителей и специалистов по информатике) определили 5 деятельностных (process-related) и 5 относящихся к содержанию предметных (content-related) групп компетенций. Для каждой группы они дают примеры заданий.

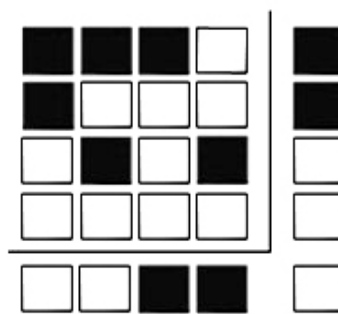


Рис. 3. Обнаружение ошибки под видом фокуса

Деятельностные компетенции:

1. Моделирование и встраивание.
2. Рассуждение и выводы.
3. Структурирование и сети.
4. Связь и кооперация.
5. Представление и интерпретация.

Предметные компетенции в следующих областях:

1. Информация и данные.
2. Алгоритмы.
3. Формальные языки и конечные автоматы.
4. Информационные системы.
5. Информатика и общество.

Рассмотрим подробнее компетенции, относящиеся к содержанию.

1. Стандарт, созданный Германским Обществом Информатики (GI) четко различает информацию (представляющую содержательные знания) и данные (физическое представление знаний, которое может храниться и обрабатываться на компьютере). Ученики должны понимать, что структуры данных являются основой для графических редакторов и текстовых процессоров. В рекомендациях для 5–7 классов особо подчеркивается важность объектно-ориентированного мышления. Представим, например, что девушка, работая с текстовым процессором, изменила размер шрифта. Она должна рассматривать символ как объект определенного типа (класса). Размер, цвет и шрифт – типичные атрибуты этого объекта. Увеличивая или уменьшая размер символа, мы меняем значение атрибута.

2. Алгоритмы – это словесное описание действий. К концу 7-го класса дети должны

уметь описывать алгоритмы на естественном языке. К концу 10-го класса они должны знать формальные языки, такие как язык блок-схем и языки программирования.

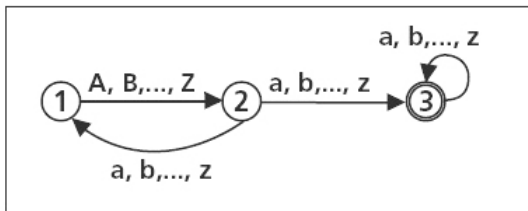
3. Ученики должны приобрести некоторые теоретические знания о формальных языках, определяемых грамматиками, и конечных автоматах (обычно описанных диаграммами состояний). Например, пусть операционная система принимает только имена пользователей с заглавными буквами, как Caroline Schilling, Jan Philipp Roth, Jack McGyver. Какая диаграмма описывает эту ситуацию (рис. 4)?

Конкурс Бобер (Bebras, www.bebas.org¹) требует обладания компетенциями, перечис-

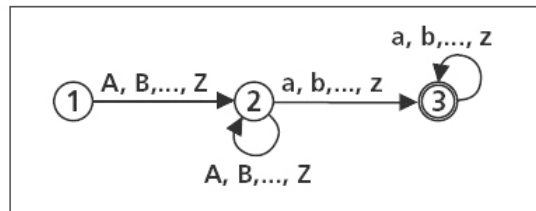


...пункт subject должен описывать содержание послания как можно более кратко.

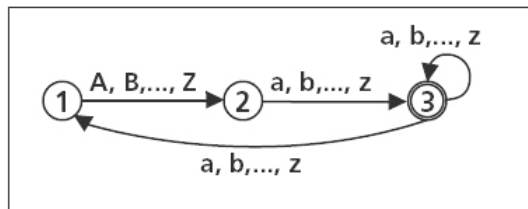
A.



B.



C.



D.

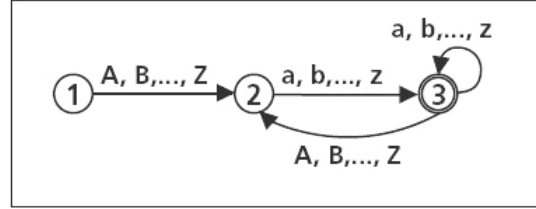


Рис. 4. Решение задачи – диаграмма D

¹ От редакции: в России – <http://bebras.ru>.

ленными в GI-документе.

4. Ученики должны знать базовые концепции: аппаратные и программные компоненты, функции операционных систем, сети.

5. Наконец, часть компетенций относится к отношению человек-компьютер: права личности, авторские права, безопасность данных, влияние ICT на жизнь общества, этические проблемы. Вот пример задачи из немецкого банка задач для конкурса Bebras 2008:

Вы хотите послать e-mail вашему учителю, чтобы узнать домашнее задание к следующему уроку. Что лучше всего вписать под рубрикой subject?

A. Послание от Ани.

B. Срочно.

C. Домашнее задание.

D. Я просто хочу узнать, какое домашнее задание нужно сделать.

Протокол является основой коммуникационных технологий. Существуют формальные и неформальные нормы, управляющие человеческими коммуникациями точно так же, как автоматизированные коммуникации между машинами. Правило для электронной почты заключается в том, что пункт subject должен описывать содержание послания как можно более кратко. Поэтому верным является вариант C.

ПРОГРАММА ИНФОРМАТИКИ В БАВАРИИ

В Саксонии и Баварии программа по информатике хорошо разработана. В Баварских гимназиях в 6-м и 7-м классах преподается обязательный предмет «Природа и Технология» (45 минут в неделю), содержащий сведения по информатике, биологии, физике, химии. Вот его часть, относящаяся к информатике:

6-й класс

1. Информация и данные (2 ч.).
2. Представление информации и графические редакторы (8 ч.).
3. Представление информации и текстовые процессоры (8 ч.).
4. Представление информации и мультимедийные программы (5 ч.).
5. Иерархия и файлы (5 ч.).

7-й класс

6. Сетевые структуры – Интернет (12 ч.).
7. Обмен информацией – e-mail (4 ч.).
8. Описания – алгоритмы (12 ч.).

Основная идея этой программы, развитой в основном Peter Hubwieser его группой в Мюнхенском техническом университете, состоит в том, чтобы вводить базовые концепции и термины (класс, объект, атрибут) на раннем этапе и пользоваться ими в дальнейшем в ходе всего курса.

В гимназиях Баварии в 9-м и 10-м классах обязательный курс информатики (90 минут в неделю), основан на следующей программе:

9-й класс

1. Функции и потоки данных; вычисления в таблицах (18 ч.).
2. Моделирование данных и базы данных (38 ч.).

10-й класс

3. Объекты и процессы (36 ч.).
4. Обобщение и специализация (10 ч.).
5. Программный проект (10 ч.).

ОБУЧЕНИЕ ИНФОРМАТИКЕ В 11–13 КЛАССАХ

Завершающие годы общего образования (обычно классы 11–12, в некоторых школах

с 11-го по 13-й) заканчиваются экзаменом на аттестат зрелости («Abitur»). Получившие аттестат могут поступать в колледж. В 2010 году получили аттестат 49 %.

Школы подчиняются не федеральному правительству, а местным земельным правительствам. Однако определенный единый уровень экзаменационных требований гарантирован Конференцией Министров Образования и Культуры (Kultusministerkonferenz, КМК). КМК определяет национальные стандарты по всем предметам, включая информатику («Einheitliche Prüfungsanforderungen», http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Informatik.pdf).

Экзамен состоит из письменной части по трем предметам, проводимой земельным правительством, и устного экзамена по одному предмету, проводимого местным комитетом в школе. Информатика может быть среди этих четырех предметов. Они выбираются учениками. Задания на письменном и устном экзаменах должны оценить три уровня подготовленности ученика:

Уровень I. Знание простых фактов. Примеры: написать определение, объяснить UML class диаграммы для заранее известного сценария, описать и применить известный алгоритм (например сортировку).

Уровень II. Использование методов. Примеры: построить конечный автомат, проанализировать новый алгоритм, создать структуру данных.

Уровень III. Создание чего-то нового. Примеры: создать язык (простой) для управления роботом, проанализировать интерфейс, критически оценить модель (с точки зрения пределов применимости, возможностей...).

КМК предоставляет абстрактные рамки для организации экзаменов. Все детали оставлены на усмотрение самих земель. Так как письменные экзамены наиболее важны, каждое земельное правительство заранее публикует документ, в котором содержатся единые требования к выпускникам («uniform graduation requirements»). В нем также перечисляются библиотеки классов, которые могут быть использованы в заданиях, свя-

занных с программированием. Этот документ действителен только на один год. Его содержание слегка меняется с каждым годом. Приведем требования на выпускном экзамене в земле Северный Рейн Вестфалия (2012):

1. Объектно-ориентированное моделирование и реализация:

– концепции ООМ (класс, объект, атрибут, метод, отношения между классами, абстрактные классы, UML диаграммы классов, ...).

– структуры данных (список, очередь, стек, деревья, ориентированные деревья);

– моделирование и реализация (сетевые приложения, сетевые протоколы, клиентские приложения, криптография).

2. Реляционные базы данных:

– модель связи сущностей,

– нормальные формы (1–3),

– отношения,

– использование реальной СУБД,

– запросы в SQL,

– конфиденциальность и права личности.

3. Конечные автоматы и формальные языки:

– моделирование через описание состояний системы (State Oriented Modeling),

– представление FSA диаграммы переноса состояний и таблицы,

– распознающие автоматы (Acceptors),

– регулярные языки,

– синтаксический разбор (только на продвинутом уровне).

На письменном экзамене ученик обычно получает около 12 страниц, содержащих задания, программный код и описания классов и методов.



Рис. 5. DASA в Дортмунде

Ученик может использовать любой язык программирования. Детали синтаксиса не оцениваются. Однако если задание содержит фрагменты кода, то они написаны на Java или Delphi.

ВНЕШКОЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ

Новой тенденцией в Германии являются внешкольные центры, так называемые «Schülerlabore» (ученические лаборатории). Согласно уставу союза этих лабораторий (<http://www.lernort-labor.de>), они обеспечены необходимым оборудованием, персоналом и программами для школьников, желающих самостоятельно приобрести опыт в математике, информатике, биологии и технологии. В 2000 году было 52 таких центра, а к июню 2012 их число выросло до 304 (source: <http://www.lernort-labor.de/>). Эти центры часто связаны с университетами (136) или музеями (15). Особенно с Немецким музеем в Мюнхене, Немецкой выставкой (DASA) в Дортмунде (рис. 5) и Heinz Nixdorf Forum (HNF) в Падерборне, самым большим компьютерным музеем в мире, стимулирующим деятельность школьников в области информатики.

Государство тоже поддерживает деятельность школьников в области информатики. Примером является проект «Будущее через инновации», осуществляемый Министерством инноваций, науки и исследований земли Северный Рейн Вестфалия. Цель проекта – повысить интерес молодежи к информатике и технологии. Основные усилия направлены на поддержку сети офисов «Innovation Center School Technology» (IST), которые активизируют внешкольную работу в области информатики в сотрудничестве с университетами и музеями. Приведем пример такого сотрудничества.

В 2010 в Бохуме был открыт первый Образовательный LEGO Центр. Целые классы могут приходить туда и заниматься, наряду с прочим, информатикой на базе LEGO. Одна из таких обучающих программ Roberta (<http://www.roberta-home.de/>). Она была создана в Fraunhofer IAIS и предназначена специально для обучения девочек ро-

бототехнике. Подготовлено много экспериментов и печатных материалов, используемых в обучении. Например, с помощью комплекта «муравьиная тропа (ant trail)» строится робот с шестью ногами, который может идти по тропе, обходить препятствия и общаться с другими роботами (рис. 6).

Использование лабораторий типа Образовательного центра LEGO полезно еще и потому, что в Германии большинство школ не имеют средств для приобретения такого оборудования.



Рис. 6. LEGO-робот из проекта Roberta

МЕДИА И ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Институт визуальных методов в науке и образовании (FWU) является федеральным. Каждый год в нем создается около 80 фильмов, мультимедийных приложений и программ для школы. Станции общественного телевидения, как уже упомянутая WDR, создают фильмы, книги и другие образовательные инструменты. Пример – передача «Уз-

най про компьютер» (Wolfgang Back, Ulrich Rode, 1980) в рамках телешоу «Компьютерный клуб» (WDR). В ней использовалась бумажная модель процессора. Данные были представлены спичками. Отметим, что большинство программ, производимых компаниями, доступно через Интернет. В частности, хорошо известен портал «Planet Schule» (www.planet-schule.de).

Ссылки

1. Bildungsbericht 2010 Sachsen-Anhalt. <http://www.mk-bereich.sachsen-anhalt.de/presse/publikationen/2010/bildungsbericht2010.pdf>.

2. Nadine Bergner, Jan Holz, Ulrik Schroeder. Über fundamentale Ideen hinaus: Informatik im InfoSphere-Schülerlabor Informatik [Beyond fundamental ideas – computer science in the InfoSphere Lab]. In Ideen und Modelle, 5. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik (edited by Marco Thomas & Michael Weigend), Münster 2012.

3. Christian Borowski, Marius Dehé, Felix Hühnlein, Ira Diethelm. Kinder auf dem Weg zur Informatik: Wie funktioniert das Internet? In Michael Weigend, Marco Thomas, Frank Otte: Informatik mit Kopf, Herz und Hand. Münster (ZfL-Verlag) 2011. P. 244–253.

4. Elke Frey, Peter Hubwieser, Ferdinand Winhard. Informatik – Ausgabe für Bayern und Nordrhein-Westfalen: Informatik 1/Schülerbuch Klasse 6 und 7: Objekte, Strukturen, Algorithmen. Eine Einführung in die Grundlagen der Informatik. Klett 2004.

5. Andreas Schwill. Fundamentale Ideen der Informatik [Fundamental Ideas of Computer Science]. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 1 (1993) 20–31. Online version (English): <http://juniorstudium.cs.uni-potsdam.de/Forschung/Schriften/EATCS.pdf>.

6. Moritz Weeger. Synopse zum Informatikunterricht in Deutschland. Bachelor thesis 2007. University of Dresden URL: http://output.inf.tu-dresden.de/homepages/uploads/media/synopse_weeger.pdf Michael Weigend: 3D-Modellierung mit SketchUp [3D-Modeling with SketchUp]. In *Mathe vernetzt Vol. 2* (edited by Astrid Brinkmann et al.) Aulis Verlag 2012.

*Dr. Michael Weigend,
программист, учитель Holzkamp
Gesamtschule Witten, Germany.*

Перевод с нем. М.И. Юдовина.



Наши авторы, 2012.
Our authors, 2012.