

**Разработка адаптивной системы
дистанционного обучения в сфере
информационных технологий**

Власенко Алексей Александрович

Воронежский Государственный
Университет

Особенности подготовки IT-специалистов

- 1) Быстрое изменение изучаемых технологий. Языки и среды программирования постоянно обновляются и дополняются, что требует своевременного изменения учебного контента.
- 2) Наличие большого количества практических работ. Подготовка специалистов в сфере информационных технологий требует не только практических знаний, но и умений применять их для решения прикладных задач.
- 3) Возможность индивидуального обучения. Подготовка IT специалистов происходит не только в форме основного образования, но и в виде курсов повышения квалификации, сертификационных программ и т.д. Для сокращения времени обучения, необходимо предлагать каждому обучаемому только тот материал, который ему необходим, что невозможно сделать в классическом групповом обучении.
- 4) Возможность планирования процесса обучения во времени. IT-специалистам необходимо совершенствовать свои знания в процессе работы, следовательно необходима гибкая система планирования времени обучения для совмещения с работой.

Стандарт SCORM

В январе 2000 года инициативная группа ADL выпустила стандарт SCORM (Sharable Content Object Reference Model), разработанный для систем дистанционного обучения. Данный стандарт содержит требования к организации учебного материала и всей системы дистанционного обучения. SCORM основан на стандарте XML.

Преимущества: Возможность обмена учебным контентом с другими обучающимися системами

Недостатки: Реализация механизмов импорта/экспорта SCORM-пакетов



Рис. 1. Структура SCORM-пакета

Требования к разрабатываемой АСДО

- 1) Реализация дистанционного подхода к образовательному процессу. Дистанционное образование является современным и развивающимся подходом к образовательному процессу.
- 2) Образовательная система должна обладать универсальным и простым в реализации методом обновления учебных материалов. Для возможности взаимодействия обучающих систем между собой существует стандарт к формированию учебного материала SCORM.
- 3) Наличие индивидуального подхода к процессу обучения. Необходимо учитывать индивидуальные особенности и предпочтения обучаемого при составлении учебного плана и формировании учебных элементов.
- 4) Так же необходимо реализовать компетентностный подход к процессу обучения. Необходимо чтобы процесс обучения был направлен на развитие и совершенствование определенных компетенций. Данные компетенции определяются текущим состоянием рынка труда, индивидуальными предпочтениями обучаемого, а так же, существующими образовательными стандартами.
- 5) Ориентация системы на подготовку кадров в сфере информационных технологий. Многие специальности данной области (программирование, архитектура систем) требуют постоянного практического применения полученных навыков для профессионального роста обучаемого. Необходимо наполнить систему функционалом, позволяющим реализовать дистанционные практические и лабораторные работы.

Структура адаптивной системы дистанционного обучения

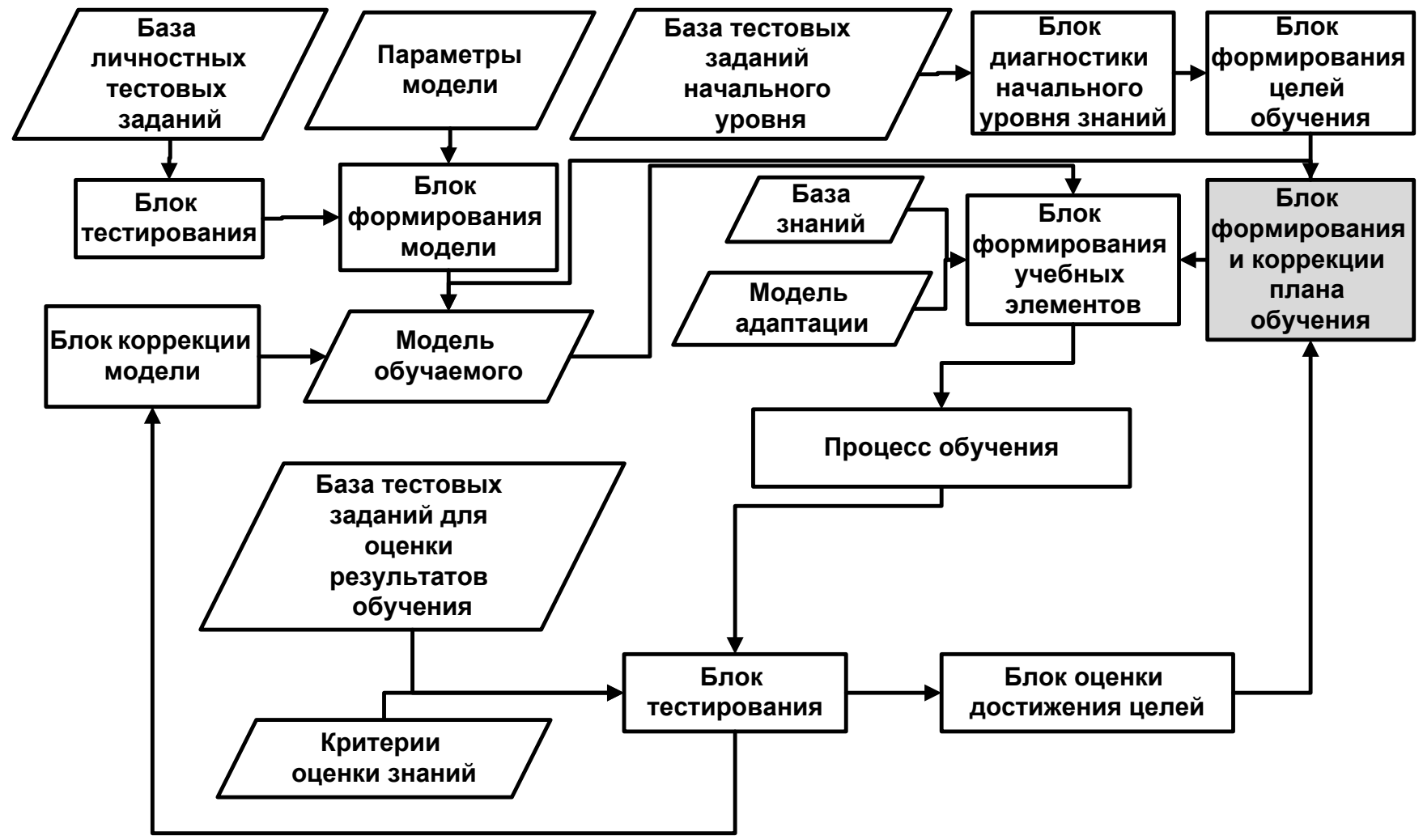


Рис. 2. Компоненты АСДО

Математическая модель оптимизационной задачи составления учебного плана

Целевая функция:	Описание компонентов:
$\sum_{i=1}^m O_{\text{ч}i} \rightarrow \min \quad K \rightarrow \max$	Минимизация времени отведенного на изучения материала; максимизация критерия согласованности учебного плана
Ограничения:	
$\forall D_j \subset \text{УП} \bigcap_{i=1}^m C_i = C,$	Все требуемые компетенции должны быть покрыты дисциплинами, включенными в учебный план
$\sum_{i=1}^m O_{\text{ЗЕТ}i} \leq O_{\text{ЗЕТ}}^{\text{MAX}},$	Объем зачетных единиц не должен превышать максимально допустимую величину
$\sum_{i=1}^m O_{\text{ч}i} \leq O_{\text{ч}}^{\text{MAX}},$	Объем времени, необходимого для изучения дисциплин, включенных в учебный план не должен превышать максимальную величину
$\sum_{i=1}^m \varepsilon_i \leq \varepsilon^{\text{MAX}},$	Количество экзаменов по итогам обучения не должно превышать максимальную величину
$\sum_{i=1}^m z_i \leq z^{\text{MAX}}$	Количество зачетов по итогам обучения не должно превышать максимальную величину

Проблема согласованности предпочтений обучаемого и требований рынка труда

Существует проблема рассогласованности интересов обучаемого и требований рынка труда. Дисциплины, предпочитаемые обучаемым, могут оказаться не востребованы текущими требованиями рынка труда.

Предположим, что установлено соответствие между множеством компетенций и множеством дисциплин.

$Comp(D_i) = \{C_{i_1}, \dots, C_{i_m}\}$ - множество компетенций покрываемых дисциплиной D_i

$Supp(C_j) = \{D_{j_1}, \dots, D_{j_n}\}$ - множество дисциплин, покрывающих компетенцию C_j

$Index(D_i) = \{i_1, \dots, i_m\}$ - множество индексов компетенций, покрываемых дисциплиной D_i

$Index(C_j) = \{j_1, \dots, j_n\}$ - множество индексов дисциплин, покрывающих компетенцию C_j

Число $\tau_j = \frac{n_j}{n}$ ($j \in Index(C_j)$) будем называть коэффициентом покрытия компетенции C_j

Очевидно, что, чем меньше коэффициент покрытия, тем более значимы для учебного плана дисциплины, которые покрывают данную компетенцию.

Величина $v_i^j = \frac{1}{n_j}$ ($i \in Index(D_i)$) характеризует вклад i -й дисциплины в j -ю компетенцию

$V_i = \sum_{j \in Index(D_i)} v_i^j$ - суммарный вклад дисциплины во все компетенции.

Пусть для дисциплины D_i известно время t_i ее изучения, тогда эффективностью дисциплины назовем величину $E_i = \frac{V_i}{t_i}$ ($i = \overline{1, n}$), тогда $E = \sum_{i=1}^n E_i$ - эффективность учебного плана, включающего набор дисциплин.

Проблема согласованности предпочтений обучаемого и требований рынка труда

m_i - количество компетенций, покрываемых i -й дисциплиной, тогда величину $\mu_i = m_i/m$

можно рассматривать как вес дисциплины D_i . Если учесть, что в компетенциях заложены требования рынка труда, то чем больше данная величина, тем в большей степени дисциплина важна для получения квалификации.

С другой стороны, у каждого обучающегося могут быть свои предпочтения, связанные с выбором дисциплин для обучения. Тогда обучающемуся поставим в соответствие вектор предпочтений $(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$, в котором компонента ε_i есть оценка предпочтительности дисциплины. Для формирования вектора предпочтений целесообразно использовать широко известный метод парных сравнений.

Величины μ_i и ε_i могут находиться между собой в следующих соотношениях:

- а) $\varepsilon_i \geq \mu_i$ - в данном случае можно говорить о согласованности интересов обучающегося и текущих требований рынка труда,
- б) $\varepsilon_i < \mu_i$ - данный случай свидетельствует о рассогласованности интересов обучающегося и рынка труда: предпочтения обучающегося являются неактуальными по отношению к рынку труда.

Таким образом, в общем случае может существовать конфликт интересов рынка труда и обучающегося, который может получить интересующие его знания, но они не будут востребованы рынком.

Коэффициенты согласованности и рассогласованности предпочтений обучаемого и требований рынка труда

Для количественной оценки степени конфликтности предлагается использовать оценки специального вида, введенные Руссманом И.Б., которые, по сути, позволяют оценить «степень расхождения» двух заданных величин ε_i и μ_i .

$$K_i^+ = 1 - \frac{\varepsilon_i(1 - \mu_i)}{\mu_i(1 - \varepsilon_i)} \in [0, 1]$$
 - коэффициентом согласованности интересов обучающегося и требований рынка труда.

$$K_i^- = \frac{\mu_i(1 - \varepsilon_i)}{\varepsilon_i(1 - \mu_i)} \in [0, 1]$$
 - коэффициентом рассогласованности интересов обучающегося и требований рынка труда

$$K^- = \frac{M(1 - E)}{E(1 - M)}$$
 - комплексная оценка рассогласованности интересов обучающихся и требований рынка труда, где $M = \prod_{i=1}^n \mu_i$ и $E = 1 - \prod_{i=1}^n \varepsilon_i$ комплексные оценки интересов обучающегося и требований рынка труда.

Если $K^+ > K^-$, то учебный план в целом является согласованным, иначе - несогласованным, т.е. обучающийся в процессе обучения может удовлетворить свои интересы, но существует риск, что он не будет востребован на рынке труда.

Агрегирование векторной оценки предпочтений обучающегося в скалярную величину

Для получения коэффициента согласованности интересов обучающегося и рынка труда необходимо перейти от векторной оценки интересов обучающегося к скалярной величине.

Для этого целесообразно использовать подходы к агрегированию оценок данного типа.

Пусть X – заданное множество объектов; $A_i(x) = a_i$ – частная оценка объекта x , в качестве которой может выступать оценка по i -му показателю, или оценка, полученная от i -го эксперта; (a_1, a_2, \dots, a_n) – векторная оценка объекта $x \in X$, тогда ее обобщенная (интегральная, комплексная) оценка может быть получена путем агрегирования компонент векторной оценки. Зачастую, каждый критерий K_i из множества критериев имеет свой вес w_i , определяющий степень значимости (важности) оценки по данному критерию, а каждый эксперт E_j из группы экспертов определяется коэффициентом компетентности c_j , позволяющим определять значимость его мнения. В таком случае оператор агрегирования учитывает весовые коэффициенты w_i и/или c_j и имеет вид:

$$\alpha(x) = \text{Agg}(W, A),$$

где $\text{Agg}(W, A)$ – оператор агрегирования.

Вариативность оператора агрегирования позволяет получить целый класс математических моделей оптимизационной задачи разработки учебного плана. Изменение оператора агрегирования позволяет строить альтернативные учебный планы и выбирать наиболее оптимальный.

Алгоритм составления учебного плана

- 1) Определяем набор дисциплин.
- 2) Строим матрицу с дисциплинами и определенными для них параметрами согласованности K_i^+ и вклада v_i^j .
- 3) Сортируем матрицу по убыванию параметров K_i^+, v_i^j
- 4) Просмотр дисциплин в списке: если дисциплина имеет предшествующую дисциплину, то переходим к шагу 5, иначе - к шагу 6.
- 5) Проверка: изучал ли обучающийся предшествующую дисциплину. Если данная дисциплина не изучалась, то добавляем ее в учебный план. Переходим к шагу 6.
- 6) Добавить текущую дисциплину в учебный план.
- 7) Проверить степень покрытия каждой из компетенций. Если все компетенции покрыты, переходим к шагу 9, иначе к шагу 8.
- 8) Если не все дисциплины просмотрены, то переходим на следующую дисциплину и далее на шаг 4, иначе построение учебного плана невозможно – выход.
- 9) Статистический анализ сформированного учебного плана.

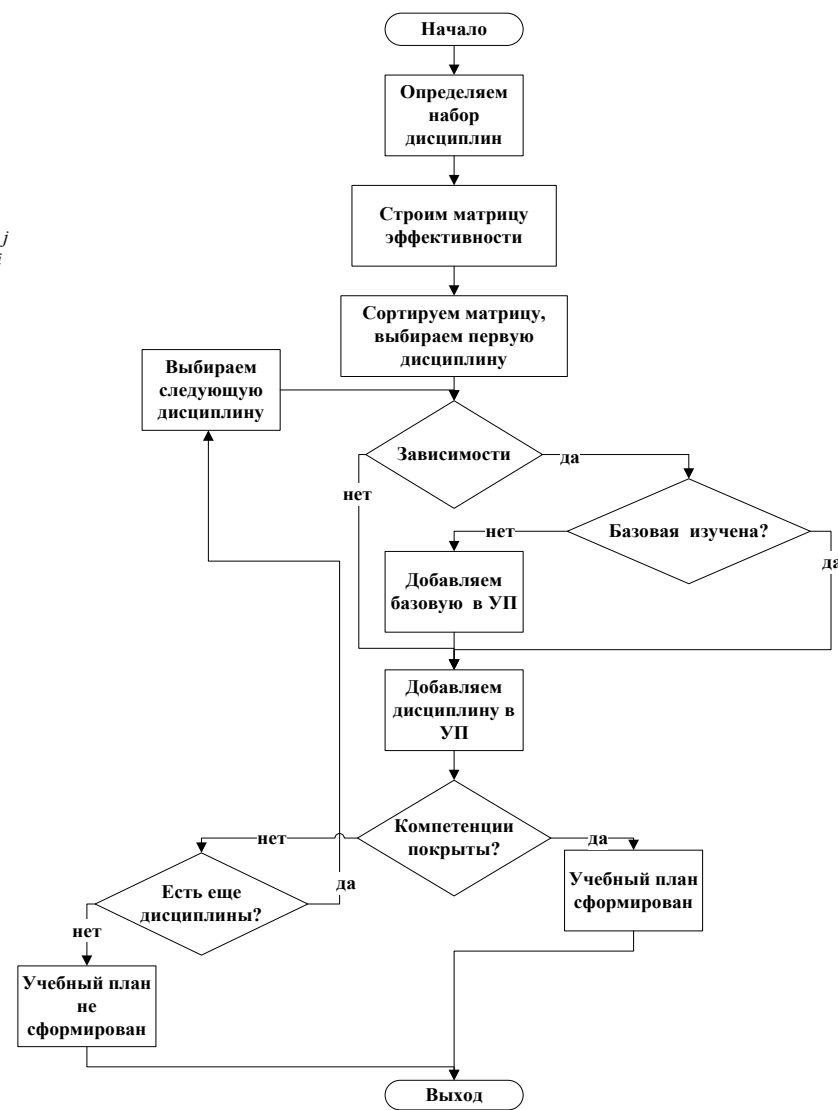


Рис. 3. Блок-схема алгоритма

Определение последовательности изучения дисциплин

После определения набора дисциплин, входящих в учебный план необходимо определить последовательность их изучения. Для этого необходимо представить набор дисциплин в виде бесконтурного графа.

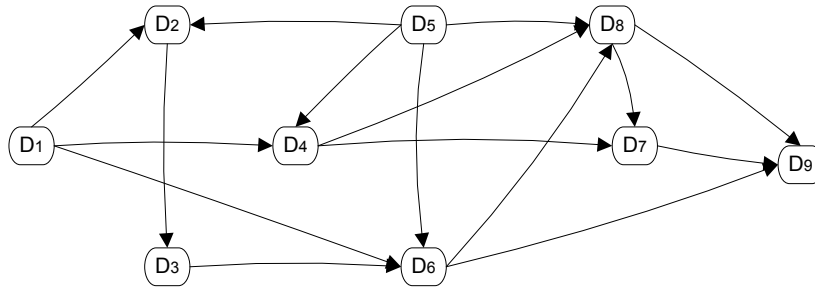


Рис. 4. Исходный бесконтурный граф дисциплин

Вершины данного графа - дисциплины, включенные в учебный план.

Дуги - отношения предшества для дисциплин. Дисциплина не может быть изучена пока не изучена предшествующая ей дисциплина.

Для данного графа применим алгоритм разложения на уровни. Результатом разложения является определенные этапы изучения обучаемым учебного плана.

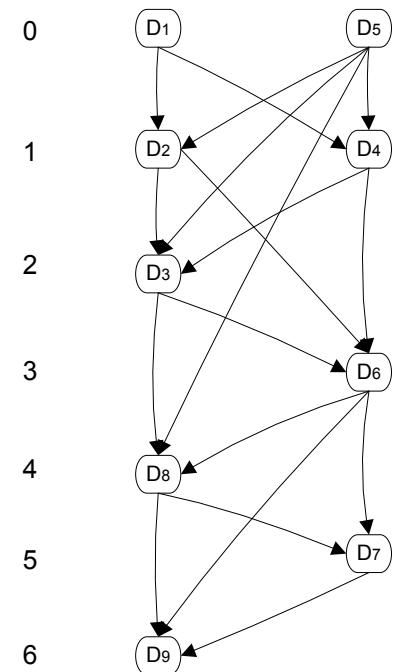


Рис. 5. Результат разложения Графа на уровни

Планирование и корректировка процесса обучения

В качестве методики планирования процесса обучения во времени применены подходы из теории сетевого планирования.

В данном сетевом графе дуги определяют работу по изучению дисциплин, вершины определяют события окончания изучения текущей дисциплины и начала новой.

На рис. 7 представлен пример сетевого графа. В данном графе существует критический путь (выделен жирной линией).

Дисциплины, расположенные на критическом пути не имеют резерва времени и следовательно изменение в график их изучения отражается на всем учебном плане.

Дисциплины, расположенные вне критического пути имеют резерв времени и могут быть перенесены.

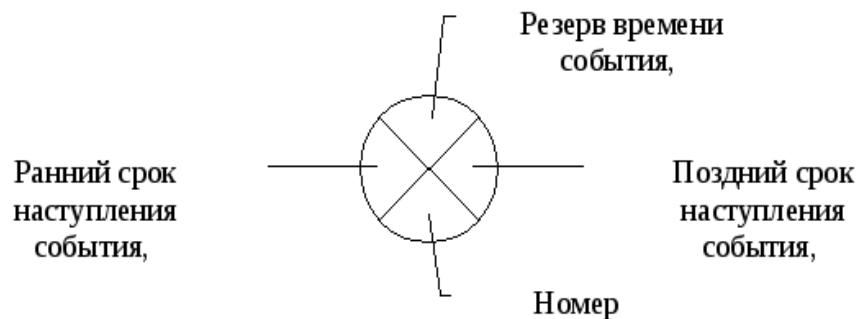


Рис. 6. Условные обозначения

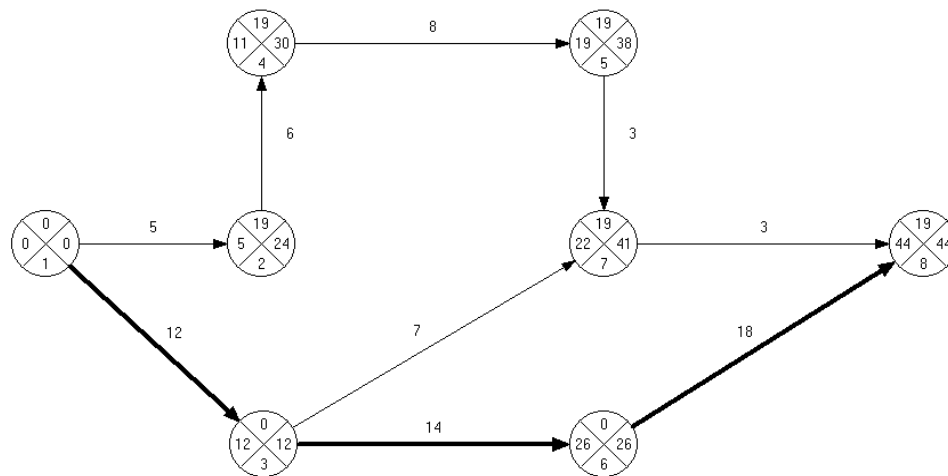


Рис. 7. Пример сетевого графа

Интерфейс программного комплекса АСДО

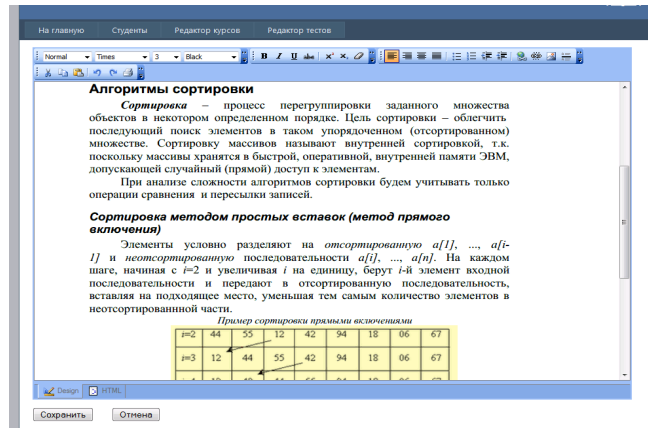


Рис. 10. Редактор учебного материала

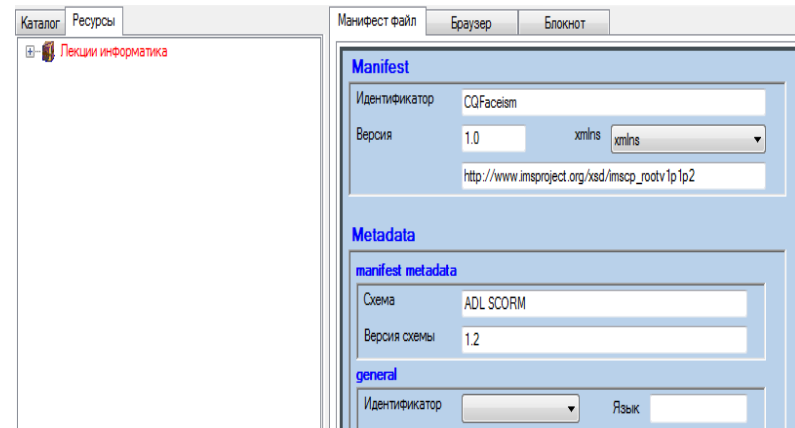


Рис. 11. Редактор SCORM



Рис. 12. Модуль тестирования

Основные результаты работы

- 1) Предложена структура адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий.
- 2) Разработан алгоритм поиска оптимального учебного плана для индивидуального обучающегося с учетом параметров его модели. Данный алгоритм позволяет с максимальной точностью определить набор дисциплин для составления учебного плана.
- 3) Введены понятие согласованности компетенций с точки зрения предпочтений обучающегося и рынка труда. Определены критерии оптимизации и действующие ограничения.
- 4) Предложен алгоритм адаптации процесса обучения к индивидуальным особенностям обучающегося, отличающийся применением методов сетевого планирования.
- 5) Спроектирована структура программного обеспечения, реализующего предложенные в работе методы организации учебного процесса. Отличительной особенностью данного комплекса является наличие средств адаптации учебного процесса к индивидуальным особенностям обучающегося.