

УДК 681.3

В.В. Кручинин, В.В. Кузовкин

Модель учебной задачи в электронной системе обучения и ее наполнение

Описывается разработка модели учебной задачи, которая включает в себя такие компоненты, как формулировка задачи, цель задачи, условия и ограничения, требования к решению задачи и способы оценки результата. Предлагается использовать модель учебной задачи в электронной системе обучения для формирования базы данных веб-приложения. Приводится методика наполнения базы данных учебных задач по физике и математике.

Ключевые слова: модель, учебная задача, типовая задача, электронная система обучения, онлайн-образование, математика, физика.

DOI: 10.21293/1818-0442-2023-26-2-93-100

В современном обществе все большее значение приобретает использование электронных технологий в образовании. В частности, в России увеличивается доля электронных форм обучения (англ. E-Learning, сокр. от Educational technology – система обучения при помощи информационных и электронных технологий) [1–3]. Данная тенденция требует определения требований к учебным задачам, которые могут быть решены при помощи электронных средств. При этом одним из наиболее распространенных и эффективных методов обучения в школе является решение стандартных упражнений из учебника [4–6]. Такой способ обучения характерен как для подготовки к государственным экзаменам, так и для решения олимпиадных заданий.

Типовая учебная задача является важным научным объектом, над изучением которого работали такие исследователи, как Г.А. Балл, М.Е. Бершадский, Б. Блом, В.В. Гузеев, П.Я. Гальперин, М.В. Кларин и многие другие [7]. С активным развитием систем электронного обучения роль учебной задачи возрастает. Как отмечает Г.А. Балл в своей работе [8], «особую значимость все эти вопросы (разработки научно обоснованных требований к учебным задачам и их наборам. – *Примеч. авт.*) приобретают в связи с компьютеризацией обучения... Ведь если, скажем, последовательность предъявляемых ученику задач должен сконструировать компьютер (не обладающий в отличие от педагога интуицией), то в основу построения такой последовательности должны быть положены четкие научно обоснованные модели и критерии». С другой стороны, разработка информационных систем требует построения моделей данных, от которых существенно зависит эффективность их функционирования.

Все вышесказанное говорит об актуальности создания модели учебной задачи в рамках электронного обучения. Именно эта цель положена в основу данной работы. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) создание формальной модели учебной задачи;
- 2) формирование методики выбора инструментальной среды для практической реализации разработки;

- 3) формирование методики заполнения базы данных.

Формальная модель задачи

Таксономия (учение о систематизации и классификации) учебных задач – научная область, в которой трудились многие знаменитые педагоги [7–9]. Ряд исследователей делят учебные задачи по уровню сложности [10], по методу решения [11], классификации предмета, темы и подтемы [12, 13].

Следует отметить, что с введением единого государственного экзамена на территории РФ стали популярны пособия по подготовке к ЕГЭ, где учебные задания разбиты по соответствующим разделам. Например, в математике есть задание под общим названием С1, объединяющее типовые задачи по таким областям математики, как тригонометрия, показательные уравнения и ряд других. Зачастую эти же задания фигурируют и в других экзаменах, а именно: в рамках государственной итоговой аттестации, проводимой после 9 класса, всевозможных олимпиадах и т.д. Таким образом, одну и ту же задачу можно использовать на различных испытаниях.

Перенос учебников в электронную среду, создание разнообразных онлайн-курсов требуют переноса соответствующих сборников задач. Однако простое преобразование твердой копии сборника в электронный вид не дает значимых выгод. С другой стороны, создание базы данных задач с доступом через интернет позволяет достичь значительных результатов: постоянное накопление и совершенствование множества задач; возможность расширенного поиска и формирование списка задач для разных целей; накопление и обработка статистических данных по использованию задач; получение обратной связи от пользователей этой базы.

Для построения такой базы данных задач необходимо построить соответствующую модель, которая оперирует понятиями векторов и матриц. Соответственно, для хранения и обработки данных предлагается представить задачу в виде следующего кортежа:

$$T_k = \{I_d, S_t, A, T_p, E_x, R, E, K_m, M, H_e, S_h, G, T_h, G_t\}, \quad (1)$$

где I_d – идентификатор задачи, S_t – структура задачи, A – автор задачи, T_p – классификация задачи

по предметной области и ее разделам, E_x – классификация задачи по видам экзаменов, R – отношения данной задачи к другим задачам, E – оценка сложности (трудности) задачи, K_m – комментарии и обсуждение задачи, M – максимальная оценка задачи, H_e – характеристики типичных ошибок, S_h – статистические характеристики задачи, G – генезис задачи, T_h – теоретические сведения для решения задачи, G_t – генератор аналогичных задач.

Идентификатор задачи (I_d)

Идентификатором задачи, согласно толковому словарю по информатике [14], является набор символов, приписываемых объекту в системе или языке программирования и предназначенных для выделения из ему подобных. Идентификатором задачи можно также назвать его имя. Как правило, I_d задачи обозначается порядковым натуральным числом.

Структура задачи (S_t)

Согласно работам [8, 15], учебная задача имеет инвариантные компоненты:

1) исходное состояние предмета задачи, выраженное в информационной части задачи (данное, условие, известное);

2) модель требуемого состояния предмета задачи, выраженную в сформулированном вопросе задачи (искомое, требование, неизвестное). Говоря о решениях и ответах, Г.А. Балл пишет [8, 15], что вопрос к задаче может быть как четким, так и нечетким. Однако с точки зрения авторов вопросы по таким дисциплинам, как физика и математика, должны быть четко сформулированы. При этом один и тот же вопрос к задаче вполне может дать 2 разных ответа (например, задание по геометрии во второй части ЕГЭ). Кроме того, одну и ту же задачу можно решать сразу несколькими способами. Например, задачу на соотношения отрезков можно решать:

1) с использованием подобия треугольников;

2) с помощью теоремы Менелая;

3) с помощью геометрии масс.

Исходя из вышесказанного, предлагается представить структуру учебной задачи в виде вектора

$$\mathbf{S}_t = \{t_c, \mathbf{A}_{ns}, \mathbf{S}_{lm}\}, \quad (2)$$

где t_c – условие задачи (task condition) (дано) с упорядоченными вопросами, $\mathbf{A}_{ns} = \{A_1, \dots, A_N\}$ – вектор ответов к вопросам задачи, $\mathbf{S}_{lm} = \{S_1, \dots, S_N\}$ – вектор решений к вопросам задачи.

Автор задачи (A)

У каждого произведения есть автор. Довольно распространена ситуация, когда одна и та же задача встречается у разных авторов одновременно. Для упрощения ситуации для одной и той же задачи можно указать сразу несколько авторов. При этом в качестве автора можно использовать две формата:

1) полное описание учебника, из которого была взята та или иная задача, оформленное по ГОСТу;

2) сокращенное название (например: Сканиви, 1967) для его использования в фильтрах.

Классификация задачи (T_p)

Одна из наиболее распространенных классификаций задач – классификация по предмету, а также по темам. С точки зрения ряда педагогов наилучшим способом классификации школьного образования является его иерархическая структура. Наиболее общая структура разбиения, например, школьного курса математики была приведена в десятичной классификации Дьюи (ДКД). Говоря другими словами, для модели учебной задачи используют подход, основанный на интеграции теории логико-гносеологического анализа Е.К. Войшвилло [16] с методами теории графов. Предметная область формализуется в виде сложной системы фундаментальных, базовых, ключевых и частных понятий. На следующем этапе понятия выстраиваются в виде иерархической структуры – дерева понятий или совокупности деревьев понятий. Работа на примере дискретной математики представлена на рис. 1.

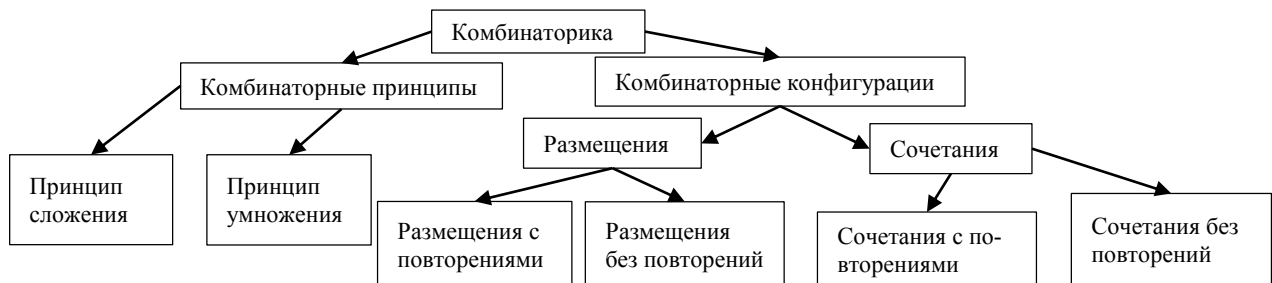


Рис. 1. Фрагмент дерева понятий дисциплины «Дискретная математика» [17]

Классификация по видам экзаменов (E_x)

Классификация по видам экзаменов, в которых использовалась та или иная задача, была активно распространена при создании всевозможных сборников задач для поступающих в вузы. После введения единого государственного экзамена на территории РФ активно распространялись сборники для подготовки к данному экзамену. При этом поскольку экзамены были разбиты на несколько заранее известных тем

(в ЕГЭ 2022/23 уч. г. по профильной математике их было 18, в физике – 28), соответственно, разбиение было сделано исходя из тем данного экзамена. Тем не менее в рамках данной работы предполагается, что классификация предметов по экзаменам также носит аналогичный характер иерархической классификации по предметам, темам и подтемам. Пример подобного разбиения представлен на рис. 2.

Фильтрация
Выберите вариант
1. Государственные экзамены. 1.1. Единый государственный экзамен (ЕГЭ). 1.2. Основной государственный экзамен (ОГЭ). 2. Отечественные и международные олимпиады. 3. Поступление в лицей.

Рис. 2. Пример классификации экзаменов, представленный на страницах веб-портала kuzovkin.info

Отношения данной задачи к другим задачам (R)

При построении задачника у составителей возникает необходимость организации указания некоторой связи между задачами. При этом характер связи может быть как объективным, например, одна задача порождает другую или данная задача является обратной к другой, так и субъективным, связанным с конкретным применением или мнением автора. Предлагается в рассматриваемой модели Tk ввести понятие отношения между задачами. R – это множество отношений между задачами. Накопление знаний по типам отношений между задачами позволит точнее определять разнообразные параметры задачи, например, ее сложность.

Оценка сложности (трудности) задачи (E)

Отдельного разговора заслуживает классификация задач по таким двум параметрам, как сложность и трудность. Ряд экспертов объединяют эти два понятия [18], другие же считают, что они совершенно разные. Так, в работе [19] даны следующие определения:
 – *сложность* – объективный показатель сложности задачи, который зависит от количества действий для решения той или иной задачи от сложности темы и т.д.;

– *трудность* – субъективный показатель трудности ее решения отдельным учеником, который зависит от психофизиологического состояния ученика.

Таким образом, трудность задачи мы можем отнести к некоему статистическому параметру (который обсуждается в разделе «Статистические характеристики задачи»), в данном разделе раскрывается описываемая сложность задачи.

Разные эксперты предлагают следующие критерии оценки сложности:

- 1) по числу шагов решения [20–22];
- 2) по времени решения [22];
- 3) по вероятности решения;
- 4) по количеству информации (тезаурусный подход).

Важно отметить: многие эксперты считают, что несмотря на различие сложности и трудности задачи, эти два фактора должны коррелировать между собой [23]. Таким образом, исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что сложность задачи можно охарактеризовать неким вектором с набором чисел:

$$\bar{L} = \{L_1, L_2, \dots, L_N\}, \quad (3)$$

где координаты L_1, L_2, \dots, L_N – уровни сложности в шкалах согласно оценке разных систем. При этом авторы предлагают использовать идею машинного обучения под общим названием стекинг [24]. Методология стекинга основана на усреднении уровня, получаемого разными экспертами для получения средней оценки сложности.

Комментарии (K_m)

Как показывает опыт создания портала *resu.ege*, у посещающих сайт непрерывно возникают вопросы по решению той или иной задачи. Иногда в задаче могут быть опечатки/недоработки. Для этого на сайте должна быть предусмотрена обратная связь. Форма обратной связи в виде комментариев к задачам легко может быть реализована с технической точки зрения.

Максимальная оценка за задачу (M)

Наиболее простое разбиение оценки для конкретной задачи отображено в задачах закрытого (тестового) вида: либо задача решена, либо не решена. В такой же парадигме работает значительное количество школьных преподавателей. Тем не менее часто за выполнение того или иного задания ученику ставится более дифференцированная оценка, которая неформально выглядит так: «плюс с минусом», «плюс с точкой», «минус плюс» и т.д. Наиболее формализована такая система в рамках единого государственного экзамена. Так, для оценки задачи типа C1 по математике предусмотрен не 1 балл, а 2 балла (согласно критерию оценивания [25]):

1) получены верные ответы в обоих пунктах с развернутым решением – **2 балла**;

2) получен правильный ответ в пункте a или b , либо получены неправильные ответы из-за вычислительной ошибки, но имеется корректная последовательность всех шагов решения двух пунктов a и b – **1 балл**;

3) решение задания не верно – **0 баллов**.

Аналогичная формализация проходит также и в случае выполнения олимпиадных задач, где каждая задача оценивается, например, в 7 баллов. Такая система оценивания характерна для всероссийских олимпиад [26].

Характеристики типичных ошибок (H_e)

При решении учебных задач учитель, как и сам обучающийся, неизменно сталкивается с ошибками. Согласно работе В.А. Далингера [27], «ошибки делятся на случайные и систематические... Случайными ошибками следует считать те, которые появляются однократно... К типичным ошибкам относятся те, которые появляются у одного и того же обучающегося (или у нескольких) неоднократно, или те, которые появляются хотя и однократно, но у многих обучающихся».

О типичных ошибках при решении задач писали в своих работах В.А. Далингер [28, 29], А.С. Зеленский [30] и другие исследователи. Ошибки учащихся могут быть вызваны различными причинами: непониманием теории, недостаточной практикой, неправильным выбором метода решения, невнимательностью.

База данных типичных ошибок может быть использована для определения наиболее распространенных ошибок, которые допускают ученики в процессе обучения в электронной форме. Создание базы данных типичных ошибок может осуществляться путем анализа ответов учеников на задачи и тесты. После анализа ответов можно определить наиболее часто допускаемые ошибки.

Статистические характеристики задачи (S_h)

Принципиальное отличие электронного обучения от любого другого вида – возможность активно привлекать данные статистических исследований. Самые явные характеристики любой задачи – число просмотров, сколько раз задача выбрана для решения, количество правильно решенных задач, число комментариев. Кроме того, отдельно стоит выделить следующие параметры: статистическая трудность решения той или иной задачи и количество типичных ошибок. Таким образом, статистические характеристики задачи можно также охарактеризовать следующим кортежем

$$S_h = \{SC_1, SC_2, \dots, SC_N\}, \quad (4)$$

где SC_1 – число просмотров задачи; SC_2 – сколько раз задача выбрана для решения; SC_3 – количество правильных решений задачи; SC_4 – количество неправильных решений задачи; SC_5 – число изменений этой задачи; SC_6 – число замечаний и комментариев; SC_7 – статистическая сложность задачи.

Отдельного упоминания заслуживает такая характеристика, как статистическая трудность задачи. Как уже было сказано, данная величина является расчетной величиной и зависит от ряда факторов: в каком классе дана задача, каков уровень учащегося, каков уровень стрессоустойчивости и т.д. Используя затем вероятность решения той или иной задачи, можно попытаться предугадать, решит ли ученик задание. Подобной оценкой занимается наука, которая называется «современная теория тестов» (ССТ, Item response theory). В России подобные исследования принадлежат Ю.М. Нейману и В.А. Хлебникову [31], В. Аванесову [32] и ряду других ученых. Выражаясь математически, ССТ находит функцию зависимости вероятности решения P данной задачи от её трудности θ :

$$P = f(\theta). \quad (5)$$

При этом, используя ту же самую ССТ, ряд исследователей, например А.С. Сигов и др. [33], решают обратную задачу – находят трудность решения той или иной задачи для конкретного ученика или для группы студентов:

$$\theta = f^{-1}(P). \quad (6)$$

Генезис задачи (G)

Учебная задача может изменяться в соответствии с изменением учебного материала, образовательных целей и технологий обучения. Важно учитывать, что изменения задачи могут повлиять на уровень сложности и время ее решения, что может потребовать соответствующей корректировки. Для фиксации изменения задачи во времени необходимо

вести учет изменений в специальной документации и анализировать их влияние на процесс обучения. Также необходимо учитывать, что изменение задачи может потребовать дополнительного обучения студентов, что может повысить эффективность процесса обучения.

Теоретические сведения для решения задачи (T_h)

Перед началом решения любой задачи обучающемуся необходимо ознакомиться с теоретической частью или посмотреть примеры решения задачи. Поскольку учебную информацию можно подавать различными способами, в рамках педагогического процесса следует придерживаться ряда правил. Во-первых, учебный материал должен иметь понятный интерфейс и удобную навигацию. В рамках этого подхода предполагается давать перекрестные ссылки с учебной задачи на теоретическую часть и наоборот (рис. 3).

№ 19939

Информация

Теория

Добавить в избранное

Если смешать по два равных объема ртути и воды, спирта и воды, то в первом случае получится удвоенный объем смеси, а во втором – меньше удвоенного объема. Почему?

Показать решение

Рис. 3. Ссылка на теоретическую информацию к задаче, реализованная на веб-портале kuzovkin.info

Учебная информация должна подаваться в оптимальном объеме. Известен факт, что оптимальный объем информации усваивается в течение 30–50 мин. На этом принципе Ян Гус впервые и построил классно-урочную систему, ограничив время урока 45 мин. Соответственно, текстовую информацию необходимо давать ученикам из расчета, что они смогут ее усваивать в течение 30 мин.

Следует помнить о 8 типах интеллекта. Данную теорию выдвинул Г. Гарднер [34]. Для успешного обучения одним ученикам требуется текст, а другим – звуковое и видеосопровождение. Соответственно, для одной темы следует использовать теорию, написанную разными авторами, сопровождающуюся интерактивными и мультимедийными элементами.

Генератор аналогичных задач (G)

Как уже было сказано выше, один из способов улучшения успеваемости отстающих учеников – решение задач, похожих на те, что даны учителем во время урока. Для решения этой задачи при подготовке к ЕГЭ авторы сборников упражнений [35] зачастую меняют только значения исходных данных в заданиях, алгоритмы решения которых не меняются, например:

1002. Найдите корень уравнения $\left(\frac{1}{5}\right)^{x-5} = 125$.

1003. Найдите корень уравнения $\left(\frac{1}{7}\right)^{x-2} = 343$.

В данной связи хочется процитировать известный принцип в философии, как Бритва Оккама [36], в кратком виде звучащий так: «Не следует множить сущее без необходимости». Подобные аналогичные задачи не имеет смысла дублировать в базу данных, для этого стоит создать шаблоны каждой конкретной задачи, а затем, используя различные алгоритмы, в том числе искусственный интеллект [37], выдать ученику похожую задачу.

Методика наполнения базы

Представленная модель задачи T_k послужила основой для разработки информационной системы «Kuzovkin.info», в которой важнейшей частью является база данных учебных задач. Ниже предлагается методика наполнения информационно-поисковой системы учебных задач, которая в отличие от известных методик наполнения [38, 39] имеет следующие особенности: описание задачи в базе данных может быть неполным; описание задачи может быть не проверенным; описание задачи может быть с ошибками; информация об использовании задачи может отсутствовать.

Методика наполнения следующая:

1. Выбор источников задач. Первым шагом является выбор источников задач для наполнения системы. Источники могут быть различными: учебники, журналы, сборники задач, интернет-ресурсы и т.д. Необходимо выбрать источники с достаточным количеством задач и разнообразными темами.

2. Ввод описания задачи. На данном этапе производится ввод описания, задача в базе данных приобретает статус «ввод описания». Как правило, на начальном этапе описание задачи является неполным. После ввода данная задача передается редактору базы данных задач.

3. Этап проверки и редактирования задачи. Редактор задачи производит проверку описания задачи, решает задачу, и если все правильно, то ставится статус «Проверено» и передается на утверждение главному редактору. Если имеются ошибки, то задача возвращается на этап 2.

4. Этап утверждения производит главный редактор, который производит систематизацию задачи и устанавливает уровень сложности. В некоторых случаях предусматриваются консультации с экспертами, которые дают рекомендации по данной задаче для установки соответствующих параметров задачи. На данном этапе задача в базе данных получает статус «Утверждено». Если по каким-либо причинам задача не удовлетворяет требованиям главного редактора, то задача передается на обработку на этап 3 редактору задачи.

5. На данном этапе производится начальная эксплуатация текущей задачи для обучения и контроля знаний учащихся. Если в процессе эксплуатации обнаруживаются ошибки, то формируется список комментариев к задаче. Этот список автоматически

появляется у редактора задач, который при необходимости запускает процесс редактирования и проверки, при этом статус задачи становится «Редактирование и исправление ошибок». На этапе первичной эксплуатации задачи происходит накопление информации: определяется время решения задачи, какие отметки или баллы получали учащиеся.

6. На данном этапе производится обработка накопленной статистической информации на основе алгоритмов машинного обучения, формируются оценки сложности и трудности задачи, время решения задачи для различных типов учащихся. Это позволит более точно формировать списки задач для учащихся с учетом их особенностей и требований учителей. На данном этапе задача в базе данных получает статус «Апробировано». С другой стороны, если после статистической обработки параметры задачи не совпадут с ожидаемыми, то задача переходит на рассмотрение на этап 4.

Таким образом, предложенная методика наполнения информационно-поисковой системы учебных задач обеспечивает многоэтапное наполнение базы задач, на каждом этапе проверяется правильность содержания задачи, устанавливаются и проверяются параметры модели задачи, используя экспертные и статистические методы, что в итоге приведет к созданию качественной базы данных задач.

Заключение

В ходе работы была описана модель учебной задачи для электронного обучения. Были выдвинуты формальные требования к задаче, на основании которых была построена формальная модель, с учетом формальной модели была предложена методика выбора инструментальной среды. Формальная модель учебной задачи, предложенной в данной работе, продолжает традиции представления задач для традиционной формы обучения, включая в себе такие элементы, как структура задачи, автор задачи, предмет, тема и подтема, экзамены, где встречалась эта задача, оценка сложности (трудности) задачи, характеристики типичных ошибок при решении задачи, теоретическая (справочная) часть.

В то же время модели формальной задачи присутствуют характерные элементы только электронной формы обучения, такие как комментарии, максимальная оценка, характеристики типичных ошибок, статистические характеристики задачи, генезис задачи и генератор аналогичных задач.

Также в ходе работы было показано, что наиболее перспективные инструменты создания веб-портала включают в себя следующий стек технологий: framework bulma (для визуальной составляющей), фреймворк flask (для серверной части) и СУБД PostgreSQL. Данное приложение было реализовано на портале kuzovkin.info и доступно для использования в открытом доступе (для некоммерческих образовательных целей).

Литература

1. Robinson R. Facilitating Learning / R. Robinson, M. Molenda, L. Rezabek // Educational Technology. – London,

- UK: Routledge, 2013. – P. 27–60 (<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203054000-2/facilitating-learning-rhonda-robinson-michael-molenda-landra-rezabek>).
2. Mastellos N. Training community healthcare workers on the use of information and communication technologies: a randomised controlled trial of traditional versus blended learning in Malawi, Africa // BMC medical education. – 2018. – Vol. 18, No. 1. – P. 1–13. DOI: 10.1186/s12909-018-1175-5.
 3. Дмитриев Д.С. Системы E-learning. – Самара: Самар. ун-т, 2014. – 32 с.
 4. Загвязинский В.И. Теория обучения: Современная интерпретация: учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2006. – 192 с.
 5. Краевский В.В. Основы обучения: Дидактика и методика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. / В.В. Краевский, А.В. Хуторской. – М.: изд. центр «Академия», 2007. – 352 с.
 6. Михайличенко О.В. Методика преподавания общественных дисциплин в высшей школе: учеб. пособие. – Самы: СумДПУ, 2009. – 122 с.
 7. Мансурова С.Е. Учебная деятельность как система учебных задач, направленных на достижение личностных, метапредметных и предметных результатов / С.Е. Мансурова, Р.А. Дошинский // Ценности и смыслы. – 2016. – Т. 1, № 6 (46). – С. 136–149.
 8. Балл Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
 9. Федорова И.Р. К вопросу о систематике учебных задач // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 888.
 10. Новиков А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 663 с.
 11. Игна О.Н. Современные классификации учебных методических задач // Вестник Том. гос. ун-та. – 2010. – № 338. – С. 177–182.
 12. Кислякова О.П. О классификации учебных задач по физике / О.П. Кислякова, Л.П. Снежкина // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66-2. – С. 166–168.
 13. Кислякова М.А. О некоторой классификации математических задач // Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития: матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2019. – С. 45–48.
 14. Фридланд А.Я. Информатика и компьютерные технологии / А.Я. Фридланд, Л.С. Ханамирова, И.А. Фридланд // Основные термины. Толковый словарь. – М.: Астрель, 2003. – 272 с.
 15. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.
 16. Войшвилло Е.К. Понятие как форма мышления: логико-гносеологический анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 240 с.
 17. Шершнева В.А. Адаптивная система обучения в электронной среде / В.А. Шершнева, Ю.В. Вайнштейн, Т.О. Кочеткова // Программные системы: теория и приложения. – 2018. – Т. 9, № 4 (39). – С. 159–177.
 18. Гильманов Р.А. Проблема дидактики трудности учебных упражнений. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 179 с.
 19. Лернер И.Я. Факторы сложности познавательных задач // Новые исследования в педагогических науках. – 1970. – № 1. – С. 86–91.
 20. Ромадина О.Г. Методика оценки сложности учебных задач по информатике / О.Г. Ромадина, Н.И. Ракинина // Вопросы современной науки и практики. – 2010. – № 10-12 (31). – С. 146–151.
 21. Рыженко Н.Г. Графовое моделирование как средство определения сложности решений текстовых задач школьного курса математики // Математика и информатика: Наука и образование. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. – Вып. 1. – С. 99–103.
 22. Беспалько В.П. Критерии оценки знаний учащихся и пути оптимизации процесса обучения // Теория поэтапного формирования умственных действий и управление процессом учения. – М.: МГУ, 1967. – С. 3–23.
 23. Наймушина О.Э. Многофакторная оценка сложности учебных заданий / О.Э. Наймушина, Б.Е. Стариченко // Образование и наука. – 2010. – № 2. – С. 58–70.
 24. Wolpert D.H. Stacked generalization // Neural networks. – 1992. – Vol. 5, No. 2. – P. 241–259.
 25. Спецификации и кодификаторы для сдачи единого государственного экзамена по математике [Электронный ресурс]. – URL: https://doc.fipi.ru/egge/demoversii-specifikacii-kodifikatory/2023/ma_11_2023.zip, свободный (дата обращения: 28.03.2023).
 26. Материалы для проведения регионального этапа XLVII Всероссийской математической олимпиады школьников. 2020–2021 учебный год [Электронный ресурс]. – URL: https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2020-21/reg/math/sol-math-11-day1-reg-20-21.pdf, свободный (дата обращения: 28.03.2023).
 27. Далингер В.А. Типичные ошибки учащихся по математике и их причины // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 12-1. – С. 94–97.
 28. Далингер В.А. Причины типичных ошибок учащихся по математике // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2014. – № 12. – С. 123–126.
 29. Далингер В.А. Анализ типичных ошибок, допускаемых в курсе алгебры и начал анализа // Математика в школе. – 1998. – № 6. – С. 13–18.
 30. Зеленский А.С. Задачи с параметром на ЕГЭ – 2014: способы решения, ученические ошибки и недочеты / А.С. Зеленский, И.И. Панфилов // Математика в школе. – 2014. – № 7. – С. 17–24.
 31. Нейман Ю.М. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов / Ю.М. Нейман, В.А. Хлебников. – М.: Прометей, 2000. – С. 168.
 32. Аванесов В. Метрическая система Георга Раша – Rasch Measurement (Rm) // Педагогические измерения. – 2010. – № 2. – С. 57–80.
 33. Сигов А.С. Методы оценки сложности тестирования в сфере образования / А.С. Сигов, В.Я. Цветков, И.Е. Рогов // Russian Technological Journal. – 2021. – Т. 9, № 6. – С. 64–72.
 34. Гарднер Г. Структура разума. Теория множественного интеллекта. – М., 2007. – 512 с.
 35. ЕГЭ: 4000 задач с ответами по математике. Все задания «Закрытый сегмент». Профильный уровень / И.В. Ященко и др. – М.: Экзамен, 2020. – 687 с.
 36. Смирнов Г.А., Оккам Уильям // Новая философская энциклопедия / Ин-т философии РАН. – 2-е изд., испр. и доп. – 2010. – Т. 1. – С. 4.
 37. Кручинин В.В. Обзор существующих методов автоматической генерации задач с условиями на естественном языке / В.В. Кручинин, В.В. Кузовкин // Компьютерные инструменты в образовании. – 2022. – № 1. – С. 85–96.
 38. Кулыгин В.Н. Методика заполнения базы данных по характеристикам надежности ЭКБ / В.Н. Кулыгин, Ю.О. Серебрякова, А.Е. Цеплина // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2019. – № 22. – С. 95–97.
 39. Козлов А.А. Методика автоматизированного наполнения баз данных ЭРИ приборостроительного пред-

приятия / А.А. Козлов, С.С. Чекрыгин, Н.Н. Коблов // Решетневские чтения. – 2018. – Т. 2. – С. 271–272.

Кручинин Виктор Владимирович

Д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологий электронного обучения (ТЭО) Томского государственного ун-та систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-913-886-0444
Эл. почта: a190015@gmail.com

Кузовкин Владимир Валерьевич

Аспирант ТУСУРа
Ленина пр-т, 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-910-454-31-36
Эл. почта: vvkuzovkin_science@mail.ru

Kruchinin V.V., Kuzovkin V.V.

Model of a typical training problem in the e-learning

The development of a model for an educational task is described, that includes components such as task formulation, task objective, conditions and constraints, requirements for task solutions, and methods for evaluating the result. It is suggested to use the educational task model in an electronic learning system to create a database for a web application. The methodology for populating the database with educational tasks in physics and mathematics is presented. It also helps teachers to effectively assess students' knowledge.

Keywords: learning task, typical task, e-learning system, online education, mathematics, physics.

DOI: 10.21293/1818-0442-2023-26-2-93-100

References

1. Robinson, R., Molenda, M., & Rezabek, L. (2013). *Facilitating learning*. Educational technology. London, Routledge, pp. 27–60. (<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203054000-2/facilitating-learning-rhonda-robinson-michael-molenda-landra-rezabek>).
2. Mastellos N., Tran T., Dharmayat K., Ceci, E., Lee H.Y., Wong C.C.P., O'Donoghue J.M. [Training community healthcare workers on the use of information and communication technologies: a randomised controlled trial of traditional versus blended learning in Malawi], *Africa. BMC medical Education*, 2018, vol. 18, no. 1, pp. 1–13. DOI: 10.1186/s12909-018-1175-5.
3. Dmitriev D.S. E-learning System. Samara, Samara State University publ., 2014, 32 p. (in Russ.).
4. Zagvyazinsky V.I. (2006) *Teoriya ucheniye: Sovremennaya interpretatsiya* [Teaching aid for high schools]. Moscow, Academy, 192 p. (in Russ.)
5. Kraevsky, V.V., & Khutorskoy, A.V. Fundamentals of learning. Didactics and methodology [Textbook for university students]. Moscow, Academy, 2007, 352 p. (in Russ.).
6. Mikhailichenko O.V. Methods of teaching social disciplines in higher education, Sumy, SumDPU Publ., 2009, 122 p. (in Russ.).
7. Mansurova, S.E., & Doschinsky, R.A. [Learning activity as a system of learning tasks aimed at achieving personal, meta-subject and subject results] *Values and Meanings*, 2016, vol. 1, no. 6(46), 136–149 (in Russ.).

8. Ball, G.A. [Theory of educational tasks: Psychological and pedagogical aspect]. Moscow, *Pedagogy*, 1990, 184 p. (in Russ.).
9. Fedorova, I.R. [To the question of the systematics of educational tasks] *Modern Problems of Science and Education*, 2015, no. 1, pp. 888 (in Russ.).
10. Novikov A.M., Novikov D.A. Methodology. Moscow, SINTEG, 2007, 663 p.
11. Igna O.N. [Modern classifications of educational methodical tasks] *Bulletin of the Tomsk State University*. 2010, no. 338, pp. 177–182.
12. Kislyakova O.P., Snezhkina L.P. [On the classification of educational tasks in physics] *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2020, no. 66, pp. 166–168.
13. Kislyakova M.A. [On some classification of mathematical problems] *Methods of Teaching Mathematical and Natural Science disciplines: Modern Problems and Development trends*. 2019, pp. 45–48.
14. Fridland A.Ya., Khanamirova L.S., Fridland I.A. *Informatics and Computer Technologies. Basic terms. Dictionary*. Moscow, Astrel Publishing House, 2003, 272 p.
15. Davydov V.V. *The theory of developmental learning*. Moscow, INTOR, 1996, 544 p.
16. Voishvillo E.K. *The concept as a form of thinking: logical-epistemological analysis*. Moscow, Moscow State University, 1989, 240 p.
17. Shershneva V.A., Vainshtein Yu.V., Kochetkova T.O. [Adaptive learning system in the electronic environment] *Program Systems: Theory and Applications*, 2018, vol. 9, no. 4 (39) pp. 159–177.
18. Gilmanov R.A. The problem of didactometry-difficulties of training exercises, Kazan, KazGU Publ., 1989, 179 p.
19. Lerner I.Ya. [Factors of complexity of cognitive tasks] *New Research in Pedagogical Sciences*, 1970, no. 1, pp. 86–91.
20. Romadina O.G., Rakitina N.I. [Methods for assessing the complexity of educational tasks in informatics] *Questions of Modern Science and Practice*, 2010, no. 10 (31), pp. 146–151.
21. Ryzhenko N.G. Graph modeling as a means of determining the complexity of solving text problems in a school mathematics course [Mathematics and Informatics: Science and Education], Omsk, OmGPU Publ., 2001, no. 1, pp. 99–103.
22. Bepalko V.P. Criteria for assessing students' knowledge and ways to optimize the learning process [Theory of the stage-by-stage formation of mental actions and management of the learning process], 1967, pp. 3–23.
23. Naimushina O.E., Starichenko B.E. Multivariate assessment of the complexity of educational tasks [Education and Science], 2010, no. 2, pp. 58–70.
24. Wolpert D.H. Stacked generalization. *Neural networks*, 1992, vol. 5, no. 2, pp. 241–259.
25. Specifications and codifiers for passing the Unified State Examination in Mathematics. Available at: https://doc.fipi.ru/ege/demoversii-spezifkacii-kodifikatory/2023/ma_11_2023.zip, free (Accessed: March 28, 2023) (in Russ.).
26. Materials for the regional stage of the XLVII All-Russian Mathematical Olympiad for schoolchildren / 2020–2021 academic year, Available at: https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2020-21/reg/math/sol-math-11-day1-reg-20-21.pdf, free (Accessed: March 28, 2023) (in Russ.).
27. Dalinger V.A. [Typical mistakes of students in mathematics and their reasons] *Modern Science-intensive Technologies*, 2014, no. 12-1, p. 94–97.
28. Dalinger V.A. [Causes of typical mistakes of students in mathematics] *Modern Science: Actual Problems and Ways to Solve Them*, 2014, no. 12, pp. 123–126.

29. Dalinger V.A. [Analysis of typical mistakes made in the course of algebra and the beginning of analysis] *Mathematics at School*, 1998, no. 6, p. 13–18.
30. Zelensky A.S., Panfilov I.I. [Tasks with a parameter at the Unified State Examination: solutions, student errors and shortcomings]. *Mathematics at School*, 2014, no. 7, pp. 17–24.
31. Neiman Yu.M., Khlebnikov V.A. Introduction to the theory of modeling and parameterization of pedagogical tests. Moscow, Prometheus Publ., 2000. 168 p.
32. Avanesov V. [Metric system of Georg Rasch – Rasch Measurement (Rm)] *Pedagogical Measurements*, 2010, no. 2, pp. 57–80.
33. Sigov A.S., Tsvetkov V.Ya., Rogov I.E. [Methods for assessing the complexity of testing in the field of education]. *Russian Technological Journal*, 2021, vol. 9, no. 6, pp. 64–72.
34. Gardner G. The structure of the mind. Theory of multiple intelligences. Moscow, 2007. 512 p.
35. Yashchenko I.V. et al. USE: 4000 tasks with answers in mathematics. All tasks «Closed segment». Profession-specific level. Moscow, Exam, 2020, 687 p.
36. Smirnov G.A. Ockham, William. New Philosophical Encyclopedia Institute of Philosophy RAS. 2nd ed., corrected and add, 2010, no. 1, pp. 4.
37. Kruchinin V.V., Kuzovkin V.V. [Review of existing methods for automatic generation of tasks with conditions in natural language]. *Computer Tools in Education*, 2022, no. 1, pp. 85–96.
38. Kulygin V.N., Serebryakova YU.O., Ceplina A.E. Metodika zapolneniya bazy dannyh po harakteristikam nadezhnosti EKB [Methodology for populating the data base by reliability of its electronics components]. *Novye informacionnye tekhnologii v avtomatizirovannyh sistemah*, 2019, no. 22, pp.95–97 (in Russ.).
39. Kozlov A. A., Chekrygin S. S., Koblov N. N. Metodika avtomatizirovannogo napolneniya baz dannyh ERI priborostroitel'nogo predpriyatiya. [Methodology for automated population of data bases of radio components for a civil construction company]. *Reshetnev Lectures*, 2018, vol. 2, pp. 271–272 (in Russ.).

Vladimir V. Kruchinin

Doctor of Science in Engineering, Professor, Department of E-Learning Technologies (TEO), Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-913-886-04-44
Email: a190015@gmail.com

Vladimir V. Kuzovkin

Postgraduate student, TUSUR
40, Lenin pr., Tomsk, Russia, 634050
Phone: +7-910-454-31-36
Email: vvkuzovkin_science@mail.ru