

---

---

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЗАДАЧ ПО ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИМ РАЗДЕЛАМ МАТЕМАТИКИ

С.Н. Дворяткина

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
ул. Коммунаров, 28, Елец, Россия, 399770

Данная статья посвящена разработке модели адаптивной обучающей системы задач по вероятностно-статистическим разделам математики на основе ИКТ, в которой учтены недостатки современных обучающих систем, а именно: они являются узкоспециализированными с заранее заданной жесткой структурой, замкнутыми, статическими, ориентированными на целевую аудиторию и не учитывают динамические индивидуальные характеристики обучаемых.

**Ключевые слова:** управляемый процесс обучения математике в вузе, адаптивная обучающая система, компонентная архитектура адаптивной обучающей системы задач, вероятностно-статистический учебно-информационный материал.

Возможность индивидуализации процесса обучения является одним из важнейших преимуществ использования информационных технологий в условиях управления учебно-познавательной деятельностью. К настоящему времени разработано ряд моделей, описывающих процесс обучения, в том числе и математике, с помощью компьютеризированных систем (А.Н. Афанасьев, С.П. Грушевский, П.П. Дьячук, О.В. Зимица, О.А. Козлов, И.Д. Рудинский, Т.Ф. Сергеева, Е.В. Смирнова и др.). В основу технологии построения таких моделей положен метод поэтапной детализации и активизации знаний обучаемых. С помощью адаптивных и интеллектуальных технологий обучающая система учитывает индивидуальные способности студента, его предыдущие и текущие знания, умения. Под адаптивными обучающими системами (АОС) в педагогике понимают «компьютерную эргатическую систему, предназначенную для оптимизации процесса обучения с использованием средств информационных и коммуникационных технологий на основе автоматизации процессов управления деятельностью обучаемого» [1. С. 4].

Ниже представлена авторская АОС задач для организации практических занятий и обеспечения самостоятельной работы студентов технических и гуманитарных направлений подготовки по математике, выступающей средством развития обучаемых и механизмом управления учебным процессом. АОС задач обеспечивает развитие *вероятностного стиля мышления* (ВСМ) [2], являющегося профессиональным инструментом современного специалиста, через индивидуализацию математической подготовки студентов и ее интерактивное управление на основе информации о динамических индивидуальных характеристиках обучаемых, согласно разработанным критериям развития ВСМ, количественным характеристикам обратных связей между студентами и преподавателем.

Выделим основные этапы проектирования авторской АОС задач.

**I этап.** Проектирование АОС задач начнем с представления ее внешнего интерфейса (рис. 1).

**II этап** проектирования состоит в описании структуры ядра АОС задач.

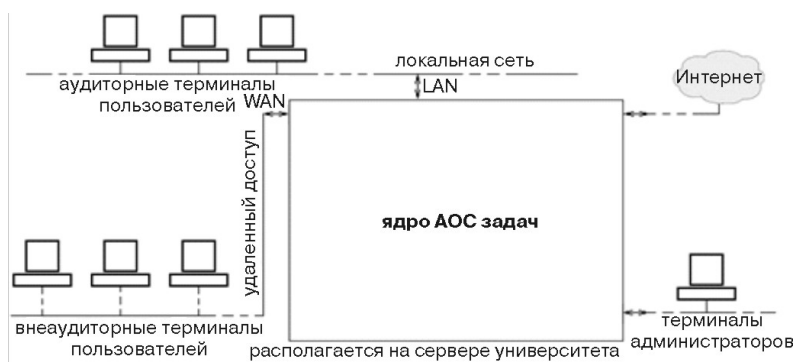


Рис. 1. Внешний интерфейс АОС задач

**Блок контроля доступа студентов** (аутентификация пользователей) с LAN и WAN-интерфейсами, управляемый блоком Artificial intelligence (Ai). Система строго контролирует самостоятельный характер выполнения заданий каждым студентом. Для этого при индивидуальных работах студент обязан входить в сеть под личным аккаунтом, дающим доступ к ядру АОС задач. Пользователь может выполнить следующие действия: 1) однократно авторизоваться; 2) получать не прямой, управляемый блоком Ai системы или администраторами доступ к блоку учебно-информационного материала; 3) обращаться к расширяемой системе ключевых вероятностно-статистических понятий с фрактальным описанием структуры по каждому модулю обучения и к рабочим программам по дисциплине; 4) получать информацию об успешности своей учебно-познавательной деятельности в сравнении с усредненными данными по группе для усиления мотивационной составляющей; 5) проходить многократно процедуру промежуточного контроля, инициированную преподавателем, и однократно процедуру окончательной аттестации, инициированную комиссией (администратором с неограниченным правами); 6) проходить самотестирование с целью самопроверки (рис. 2).

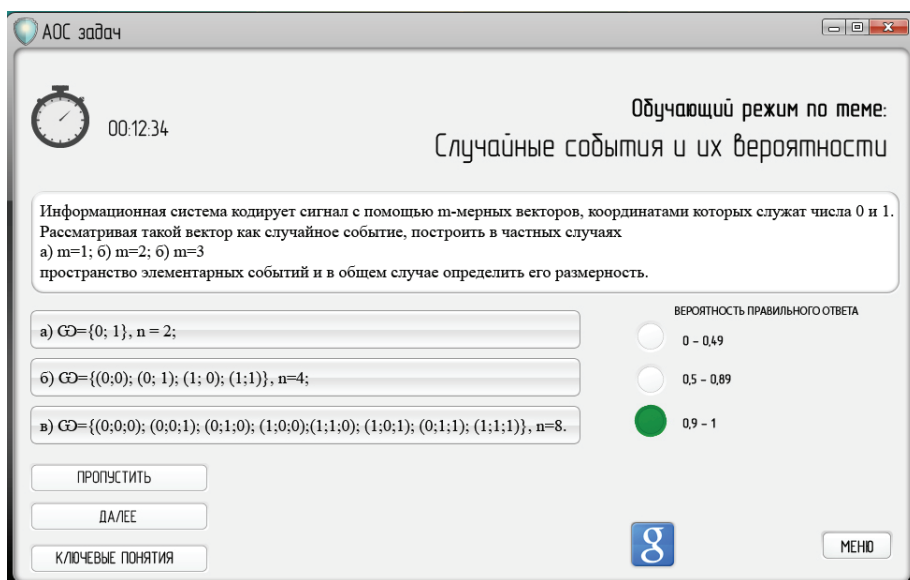


Рис. 2. Интерфейс окна пользователя (студента)

**Интерактивный информационно-инструктивный блок** содержит наименование направления обучения (техническое или гуманитарное); наименование дисциплины в соответствии с профилем обучения; цель обучения; наименование модулей; методические рекомендации по организации процесса обучения с использованием АОС задач; расширяемую систему ключевых теоретико-вероятностных понятий с фрактальным описанием структуры по каждому модулю обучения, построенную с использованием гиперссылок; рабочие программы. Благодаря интерактивному информационно-инструктивному блоку с фрактальным междисциплинарным представлением ключевых вероятностно-статистических понятий, студент может глубоко и многогранно осваивать учебный материал согласно интересующей его направленности.

**Накопительный банк информации по пользователям**, в котором хранится автоматически формируемое досье на каждого студента, содержащее все параметры работы студента (общее время работы на занятиях в автоматизированном и «ручном режиме»; время, затрачиваемое на решение каждой задачи и на свободный поиск недостающей информации и т.д.).

**Блок интерфейса с Интернетом** как с внешним информационным пространством, управляемый и контролируемый блоком  $A_i$ , расширяет горизонты познания, не ограничивая деятельность студента в рамках довольно широкого, однако не достаточно динамично изменяющегося информационно-инструктивного блока.

**Блок интерфейса с администраторами** предоставляет ряд возможностей как администраторам с ограниченными правами (преподаватель), так и администраторам с неограниченными правами (консилиум ведущих специалистов по ТВМС). Администратор с ограниченными правами может следующее:

- авторизовать пользователя;
- контролировать успешность учебно-познавательной деятельности группы авторизованных им пользователей;
- корректировать траекторию обращения каждого пользователя к разделам блока учебно-информационного материала в «ручном режиме» в пределе установленного уровня блоком  $A_i$  с фиксацией результатов для дальнейшего автоматизированного анализа;
- лимитировать время поиска дополнительной или недостающей информации;
- инициировать процедуру промежуточного контроля каждого пользователя и группы студентов (блок  $A_i$  формирует задание из блоков диагностического материала и учебно-информационного материала без допуска повторов ранее решенных пользователем задач).

Администратор с неограниченными правами может следующее:

- корректировать алгоритм функционирования блока анализа;
- дополнять, расширять и изменять блок учебно-информационного материала, а также блок диагностического материала;
- удалять досье пользователя и очищать память от результатов их взаимодействия с АОС задач;

— инициировать процедуру окончательной аттестации группы пользователей по окончании изучения дисциплины с распечаткой результатов по каждому студенту;

— назначать администратора с ограниченными возможностями.

Блок интерфейса с администраторами включает WEB-конфигуратор и конструктор алгоритмов, которые предоставляют максимально удобный интерфейс для конфигурирования и управления АОС задач.

**Блок графической визуализации** успешности учебно-познавательной и научно-исследовательской деятельности пользователя (группы пользователей) позволяет обобщить данные и в удобной форме для оперативной визуальной оценки предоставить их по внешнему запросу. Информация по запросу пользователя ограничена визуальным сравнительным анализом показателей успешности своей учебной деятельности и усредненными графическими данными по группе. Запрос любого администратора обработан в нескольких режимах:

— упрощенная графическая информация (в виде гистограмм) по всем пользователям учебной группы;

— детальная статистическая информация по любому пользователю на данном уровне обучения;

— полная информация за весь период обучения.

**Блок учебно-информационного материала** содержит расширяемый банк учебно-познавательных и исследовательских задач по ТВиМС. Через процесс решения задач происходит управление мыслительной деятельностью обучаемых и направление их дальнейшего развития. Разработанная вариативная система задач учитывает индивидуальные особенности обучаемых, удовлетворяет личностные образовательные запросы и ориентирована на требуемую глубину изложения материала и на различные специальности.

**Банк учебно-познавательных и исследовательских задач** представлен в виде классификационной матрицы с учетом градации сложности (по вертикали) и глубины проблемности (по горизонтали). При разработке банка учебно-познавательных и исследовательских задач использовалась фрактальная модель структурирования знаний, использующая свойства иерархичности, сохранения инварианта и стратификации. Последовательность формирования слоев воспроизводит процесс градационного развития личности специалиста в опоре на поэтапное расширение и углубление его личностных и профессиональных качеств. Выполнение большинства заданий всех уровней по вертикали и горизонтали позволяет получить максимальную степень заполнения объема и глубину детализации без взаимопроникновения, однако при определенных внешних воздействиях преподавателя возможно формирование единой мультифрактальной информационной структуры на любом уровне с сохранением вышеупомянутых достоинств [3].

**Блок диагностического материала** содержит контрольные задания для определения исходного уровня усвоения вероятностно-статистического учебного материала, рубежные и итоговые контрольные тесты, а также задания по каждому модулю. Обучение в каждом модуле начинается с предъявления первого базового задания (модульный уровень). Его успешное выполнение приводит к переходу к заданию следующего проблемного уровня — предметного, в случае неудачи

студент получает дополнительные задания из данного раздела. Таким образом, обеспечивается индивидуальная образовательная траектория каждого студента по предлагаемому учебному материалу. Информация о результатах и параметрах выполнения заданий автоматически заносится в накопительный банк информации по пользователям. При проведении процедуры тестирования возможно использование режима, когда в контрольный тест для студента автоматически включаются как задачи из блока диагностического материала, так и задания из соответствующего уровня блока учебно-информационного материала, выбранные случайным образом блоком  $A_i$ . Возможность повтора заданий исключается по причине учета индивидуальных досье.

**Блок Artificial intelligence** включает: 1) отдел формирования стратегии взаимодействия с модулем верификации и модулем прогнозирования; 2) отдел текущего анализа с коррекцией траекторий и лимитированием продвижения пользователей по уровням согласно совокупности учитываемых по каждому студенту параметров с модулем проведения оперативного анализа по запросу пользователя и его быстрой аттестации с целью самопроверки, модулем оперативного анализа для администратора с ограниченными правами, модулем анализа развития интеллектуального потенциала пользователя и генерации коррелирующих рекомендаций; 3) отдел процедур промежуточного тестирования и финальной аттестации и отдел корреляции с другими АОС задач.

Блок  $A_i$  выполняет следующие функции: 1) задает и корректирует траекторию обращений к техническим и гуманитарным разделам блока учебно-информационного материала для выравнивания профессионального потенциала; 2) разрешает (запрещает) переход на более высокий уровень блока учебно-информационного материала; 3) анализирует профессиональный потенциал студента, согласно алгоритмизированных вычислений с опорой на автоматически формируемое досье; 4) позволяет проводить инициированные преподавателем процедуры промежуточного контроля с выдачей результатов и рекомендаций по дальнейшей коррекции каждого пользователя; 5) для преподавателя и пользователя визуализирует в упрощенной форме результаты учебно-познавательной деятельности для быстрой оценки; 6) по запросу администратора с ограниченными возможностями дает ему доступ без возможности коррекции к досье пользователя с вызовом детальной информации; 7) позволяет администратору с неограниченными возможностями однократно провести процедуру окончательной аттестации пользователя; 8) осуществляет контроль доступа к ядру АОС задач; 9) осуществляет контроль доступа к Интернету, определяя обоснованность его использования по запросам ключевых понятий выполняемого студентом задания и по частоте встречаемости родственных понятий в найденном и анализируемом пользователем материале; 10) дает возможность интеграции расширяемого банка задач с внешним банком, построенным по аналогичному принципу; 11) по запросу пользователя запускает процедуру, позволяющую студенту пройти самотестирование.

Блоком  $A_i$  фиксируется: 1) общее время работы с АОС задач авторизованного пользователя при его внеаудиторной работе; 2) общее время при работе на аудиторном занятии в автоматизированном режиме направления обращений к банку

задач; 3) время, затрачиваемое на решение каждой конкретной задачи того или иного уровня и раздела банка задач; 4) общее время при работе на аудиторном занятии в ручном режиме направления обращений к банку задач (администрирование преподавателем); 5) время, затрачиваемое на свободный поиск дополнительной или недостающей информации во внешней базе знаний (Интернет) при решении каждой конкретной задачи; 6) уровень, на котором находится каждый конкретный пользователь (нахождение на котором лимитируется ядром блока  $A_i$ , функционирующим по разработанному автором алгоритму и опирающимся на автоматически формируемое досье пользователя); 7) исходная направленность пользователя (гуманитарная или техническая), общая траектория его коррекций по адресации к разделам банка задач и вектор рекомендаций; 8) количество успешно выполненных на каждом уровне банка задач и количество неудач; 9) общее время каждого конкретного пользователя, затрачиваемое на преодоление уровня; 10) качество усвоения материала (полнота и степень усвоения понятия, полнота усвоения связей понятий с другими понятиями и др.); 11) количество итераций по фрактальному представлению теоретико-вероятностных понятий, которые использовал студент.

Основу работы **модуля прогнозирования** составляет математический аппарат теории фракталов и марковских процессов. Выделенные нами вертикальные уровни банка задач мы соотносили с состояниями процесса и, располагая начальными сведениями (результаты диагностического тестирования по первому уровню), теоретически прогнозировали вероятность возможного нахождения системы в определенном состоянии в любой интересующий момент времени посредством решения системы дифференциальных уравнений Колмогорова методом Эйлера. На основании переданных данных строятся графики плотностей распределения вероятностей состояний. Для оценки состояния необходимо определить интенсивность вероятностных процессов, приводящих систему из одного состояния в другое, которое задается темпами накопления учебной информации. Применение теории фракталов и расчет показателя Херста позволили решить данную задачу.

**Модуль верификации** подтверждает (или опровергает) результаты работы модуля прогнозирования путем статистического сравнения эмпирически полученных данных по пользователю с теоретическими и далее воздействует на отдел формирования стратегии взаимодействия.

**III этап проектирования.** Опишем основные связи между компонентами архитектуры ядра АОС задач.

1. Двухнаправленный информационный канал между блоком контроля доступа студентов и блоком  $A_i$ : идентификационная информация пользователя; служебная информация о способе взаимодействия пользователя с системой (локальная сеть или удаленный доступ); служебная информация о числе попыток до правильного ввода пароля; команда разрешения или запрещения инициации процедуры авторизации; информация о времени нахождения пользователя в системе).

2. Двухнаправленный информационный канал между накопительным банком информации и блоком  $A_i$ : команда на формирование досье; текущая и архивная

информация обо всех действиях пользователя и реакциях системы с момента его регистрации (включая фиксацию времени бездействия пользователя); команды на аннулирование досье.

3. Двухнаправленный информационный канал между блоком интерфейса с администрацией и блоком А<sub>1</sub>: команды на инициацию процедур тестирования и финальной аттестации; информация по алгоритмам функционирования системы; информация для изменения алгоритмов функционирования системы; информация по поиску, размещению, сравнению и изменению материала в блоке учебно-информационного материала, блоке диагностического материала и расширяемой системе ключевых теоретико-вероятностных понятий; информация по индивидуальным траекториям и уровням каждого пользователя; команды на коррекцию траекторий; информация о потенциале пользователя; запросы на данные по успешности деятельности пользователя или группы пользователей.

4. Однонаправленный информационный канал между блоком графической визуализации и блоком А<sub>1</sub>: управляющие команды, задающие режим отображения информации; сводная, обработанная блоком анализа, информация по успешности учебно-познавательной деятельности.

5 и 5а. Однонаправленные информационные каналы, связывающие блок графической визуализации с блоком интерфейса с администраторами и с интерактивным информационно-инструктивным блоком: сводная информация по успешности учебно-познавательной деятельности, обработанная и предоставляемая в нескольких режимах;

6. Двухнаправленный информационный канал между интерактивным информационно-инструктивным блоком и блоком А<sub>1</sub>: информация по ответам пользователя на задачи и время их получения; команды на запрос быстрой аттестации с целью самопроверки; информация для пользователя с корректирующими рекомендациями; запросы по успешности учебно-познавательной деятельности; информация о параметрах работы с расширяемой системой ключевых понятий каждого из пользователя; информация для изменения данных в расширяемой системе ключевых понятий.

7. Двухнаправленный информационный канал между блоком интерфейса с Интернетом и блоком А<sub>1</sub>: служебная информация и команды для контроля доступа и обоснованности поисковых запросов каждого из пользователей к сети Интернет как к внешней базе знаний.

8. Двухнаправленный информационный канал между блоком контроля доступа студентов и интерактивным информационно-инструктивным блоком: открытая информация для пользователей; команды на запросы, обращения и инициацию процедур.

9. Двухнаправленный информационный канал между блоками А<sub>1</sub>, диагностического материала и учебно-информационного материала: команды управления блоками; служебная информация по верным ответам на задачи; прямой доступ к задачному материалу и таблицам размещения.

10 и 10а. Однонаправленные информационные каналы между блоками диагностического и учебно-информационного материала и интерактивным информационно-инструктивным блоком: данные с задачным и тестовым материалом.

11. Двухнаправленный информационный канал между блоком интерфейса с Интернетом и интерактивным информационно-инструктивным блоком: запросы на поиск и открытая информация по ключевым понятиям и недостающим данным.

Предлагаемая АОС задач позволяет сформировать динамические связи педагогического контроля с обучением и управлением для эффективной организации учебно-воспитательного процесса в вузе, обеспечивающего максимальный развивающий и воспитательный эффект для личности будущего специалиста, ориентированного на улучшение качества образовательного процесса как с информационной, рецептурной точки зрения, так и с точки зрения эффективного развития ВСМ. В настоящее время часть блоков, отделов и модулей АОС задач получили свою программную реализацию.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / Сост. И.В. Роберт, Т.А. Лавина. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
- [2] *Дворяткина С.Н.* Вероятностное мышление и его роль в учебной деятельности студентов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Психология и педагогика». — 2010. — № 3. — С. 16—22.
- [3] *Дворяткина С.Н.* Обучающая система учебно-познавательных задач по теории вероятностей и статистике как средство управления развитием мыслительной деятельности студентов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Педагогика». — 2011. — № 4. — С. 89—95.

## DESIGNING OF ADAPTIVE COMPUTER AIDED LEARNING SYSTEM OF TASKS FOR PROBABILISTIC STATISTICAL BRANCH OF MATHEMATICS

**S.N. Dvoryatkina**

Yelets State University after I. A. Bunin  
*Communarov str., 28, Yelets, Russia, 399770*

This article focuses on the development of a model of adaptive learning system problems in probability and statistics branches of mathematics, based on ICT, which takes into account the shortcomings of modern educational systems, namely: they are highly specialized to a pre-rigid structure, closed, static, focused on the target audience and do not take into account dynamic characteristics of individual student.

**Key words:** controlled process of teaching mathematic at the university, the adaptive learning system, component architecture of adaptive learning system problems, probabilistic and statistical training and information material.