

А.А. ОСТРЕНКО, М.Н. РЫЖКОВА

**Обзор и анализ технологий
построения компьютерных систем
обучения игре на фортепиано**

УДК 51-74

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВО
"Владимирский
государственный
университет им.
А.Г. и Н.Г. Столетовых",
г.Муром.

В статье приводится обзор и анализ существующих автоматизированных обучающих систем с целью выявления общих принципов организации учебного процесса. Выявляются основные аспекты обучения игре на фортепиано и их реализация в существующих системах-аналогах. Также приводится обзор и анализ систем и методов адаптивного обучения для разработок рекомендаций по созданию автоматизированной системы построения индивидуальных траекторий обучения игре на фортепиано.

Ключевые слова: автоматизация обучения игре на фортепиано, автоматизированная система обучения, адаптивное обучение, индивидуальная траектория обучения.

Введение

В наши дни среди людей существует тенденция к разнообразию своего досуга, например, научиться игре на фортепиано. Стремление овладеть навыками игры на музыкальных инструментах может быть обусловлено многими причинами, связанными как с эмоциональным настроением человека, так и с желанием самореализации, становлением собственной социальной значимости. В работах [1-3] подчеркивается важность занятий на фортепиано, которые благоприятно влияют на психологическое состояние человека и способствуют всестороннему развитию мышления.

Традиционный способ научиться играть на инструменте – это обучение в музыкальной школе. Однако уже в первый год обучения учащиеся сталкиваются с трудностями по таким причинам, как:

- изучение теории, не имеющей отношения к игре на фортепиано;
- строго установленные рамки образовательной программы;
- отсутствие свободного времени на другие увлечения.

Желание научиться играть на пианино возникает также у людей в более зрелом возрасте, для которых обучение в музыкальных школах не подходит по причине их высокой занятости. В связи с этим возникает потребность в самостоятельном обучении.

Информатизация образования позволила расширить базу обучающих методов, рассмотренных в [4,5], в связи с чем получила всемирное распространение и развитие. Информационные технологии открыли большие перспективы для самообразования и дистанционного обучения. Интернет-среда предоставляет широкий спектр онлайн-тренингов, веб-сервисов или специализированных программ для обучения в различных областях практической деятельности и науки.

Однако многие даже при самостоятельном обучении сталкиваются с проблемами из-за недостатка самоконтроля и дисциплины, а также отсутствия индивидуального подхода к обучаемому.

В данной статье приводится обзор и анализ различных автоматизированных систем обучения, в том числе для игры на фортепиано, применяемые методы и алгоритмы для организации учебного процесса посредством информационных технологий. Анализ систем и методов адаптивного обучения позволит найти решения задачи автоматизации лично-ориентированной организации учебного процесса для повышения его эффективности.

Автоматизированные обучающие системы

Существуют такие известные автоматизированные обучающие системы, как мобильное приложение для изучения иностранных языков «LingoDeer», программы от компании ООО «Индустриальные системы» для автоматизации процессов обучения работы с промышленным оборудованием, а также программа для обучения игре на гитаре «Rocksmith».

Приложение «LingoDeer» предоставляет конспекты лекций и сопровождающие видео- и аудиофайлы для изучения иностранных языков. После изучения теории человек проходит практикум, а

система поясняет правильные или ошибочные ответы, что способствует более эффективному усваиванию пройденного материала. В конце обучения ученик проходит экзамен по изученной теории, по результатам которого выполняется оценка качества знаний. При выявлении ошибок программа рекомендует изучить материал заново, прежде чем приступить к другой теме.

Программы ООО «Индустриальные системы» для отображения теории использует видеофайлы с пояснением и описанием строения, предназначения и принципа работы промышленного оборудования. Для тренировки системой предусмотрены 3D-симуляторы, на которых обучающиеся выполняют требуемые задания для получения и закрепления навыков. Экзамен включает в себя выполнение рабочих операций для смоделированных ситуаций на производстве, оценка дается с учетом штрафных критериев.

Программа «Rocksmith» также, как и предыдущая дает лекционный материал посредством видео-демонстрации. Выполнять практические упражнения требуется несколько раз с постепенным их усложнением. Контроль за правильностью выполнения осуществляется за счет звукозаписывающих устройств. Программа выявляет ошибки и подбирает наиболее оптимальный темп обучения. После контрольной игры на гитаре программа дает статистические данные о количестве ошибок и временных показателях.

Каждая из этих систем содержит базу теоретического обучающего материала, тренажеры и комплекс необходимых упражнений для закрепления информации, а также контрольные тестирования для проверки и оценки уровня полученных знаний. Выявление совершенных ошибок осуществляется по принципу сравнения ответа обучаемого с эталоном. Рейтинговое оценивание прохождения контрольных тестирований вычисляется процентным соотношением количества правильных ответов с их общим количеством. Выявление тематик, которые рекомендуется повторить, обуславливается анализом данных методами кластеризации.

Роль кластеризации для образовательного процесса в [6] обозначена как возможность его структурирования, установки логических взаимосвязей и зависимостей между его компонентами, что позволяет контролировать процесс обучения и делать

актуальные поправки. Методы кластеризации данных подразделяются на иерархические и неиерархические.

Иерархические методы кластеризации работают по принципу построения моделей «графы-деревья», разделяя верхний основной кластер на мелкие или объединяя малые кластеры в общий. В статьях [7-11] рассматриваются такие алгоритмы иерархической кластеризации, как AGNES, CURE, BIRCH, MST.

Неиерархические методы кластеризации представляют собой группировку соседних объектов по общему признаку. Основными алгоритмами неиерархической кластеризации, описанными в [12-14], являются: EM-алгоритм, DBSCAN и алгоритм k-средних.

Чаще всего для структурирования обучающих материалов применяют иерархические методы кластеризации.

Автоматизированные системы обучения игре на фортепиано

Наиболее распространенные автоматизированные системы обучения игре на фортепиано представлены в виде мобильных приложений «Пианино - Симулятор фортепиано», «PianoInfinity» и «SimplePiano», а также программ «Synthesia» и «KaraKEYoke».

Основным преимуществом всех перечисленных систем является наличие различных режимов обучения – от простого к сложному. Дифференциация процесса обучения позволяет доступно объяснить один и тот же учебный материал ученикам с различным уровнем подготовки [15]. Это предотвращает накопление пробелов знаний у «слабых» учеников и отсутствие интереса у «сильных».

Для желающих научиться играть мелодии не только по памяти, но и по нотам, такие системы как «SimplePiano» и «Пианино - Симулятор фортепиано» предоставляют теоретическую базу для изучения нотной грамоты.

Эффективность и продуктивность образования так же заключается и в том, чтобы у человека был интерес к процессу обучения. У систем «Synthesia», «KaraKEYoke» и «PianoInfinity» есть возможность расширения базы данных мелодий, что позволит учесть предпочтения каждого.

Визуализация обучающего материала является важным аспектом эффективного образования. Этот метод позволяет усвоить знания в большем объеме, за счет воздействия не только на

слуховое чувство восприятия информации, но и зрительное [16]. Во всех аналогах визуализация осуществляется анимационной пошаговой подсветкой клавиш на экране смартфона или компьютера. Кроме того, программы «Synthesia», «KaraKEYoke» и приложение «SimplePiano» могут осуществлять динамическую подсветку клавиш, при наличии требуемого функционала музыкального инструмента.

Для понимания объективного уровня полученных знаний и навыков необходимо проводить их оценку. Главной задачей оценки качества процесса обучения и усвоения знаний является контроль. В случае оценки игры на фортепиано можно рассмотреть следующие способы:

1. Клавиатурный сенсор. Данный способ контроля обуславливается наличием требуемого технического функционала музыкального инструмента. Среди рассматриваемых аналогов, такой системой контроля нажатия клавиш обладают программы «Synthesia» и «KaraKEYoke».

2. Экранный сенсор. Мобильные приложения, такие как «Пианино - Симулятор фортепиано», «PianoInfinity» и «SimplePiano» предоставляют возможность обучения на экранной клавиатуре. За счет этого, контроль за процессом игры осуществляется сенсорными датчиками смартфона.

3. Распознавание звука. Контроль звука может осуществляться за счет как внешнего микрофона, так и встроенного в смартфон. Системы распознавания звука используют такие аналоги как «PianoInfinity» и «SimplePiano».

Для контроля процесса обучения на фортепиано целесообразнее применять систему распознавания звука, так как это может осуществляться при занятии непосредственно на музыкальном инструменте без обязательных требований к наличию его дополнительного технического функционала. Для распознавания исполняемых человеком музыкальных фрагментов, преобразования их в ноты и сравнения эталонной нотной записи применяются методы автоматической транскрипции музыки, что позволит контролировать процесс обучения.

Методы автоматической транскрипции музыки

Проблематике автоматической транскрипции музыки (АТМ) посвящены работы [17-26], в которых рассматриваются способы

обработки и анализа музыкальных дорожек, преобразованных в MIDI-формат. Такой способ кодирования представляет мелодии в виде набора числовых характеристик нот.

Для решения задачи АТМ в [17] приведено ее деление на следующие этапы:

1. Определение соотношения амплитуды сигнала по временному отрезку. Одним из широко распространенных методов отмечают краткосрочное преобразование Фурье. Также существуют более современные методы, основанные на фильтре эквивалентной прямоугольной полосы пропускания, преобразовании константы-Q и вейвлет преобразовании, которые в сравнении с преобразованием Фурье являются более эффективными.

2. Поиск моментов начала и окончания воспроизведения звука, осуществляемый такими методами, как неотрицательная обратная матричная свертка, ограниченная по времени вероятностная модель свертки сигнала (ТС-СРМ), неотрицательные скрытые марковские модели, вероятностный латентный компонентный анализ (PLCA) и инвариантный относительно его сдвига (SI-PLCA), неотрицательное матричное разложение (NMF).

3. Определение высоты тона. Методы реализации данного этапа делятся на два вида: спектральные и темпоральные. Каждый из видов подвержен значительному риску вывода ошибок, тогда как их совместное использование позволит улучшить точность.

Для преобразования аудиодорожек в ноты в [18] предлагают анализ обертонового ряда для определения тона и оконное преобразование Фурье для построения их последовательности. Однако исследования показали, что неправильный выбор длины окна может дать значительные погрешности. Для решения данной проблемы рекомендуют рассмотреть применения дополнительных методов анализа и проверки.

Также для задач АТМ в работе [19] рассматривается применение машинного обучения. Представленный алгоритм основан на методе вейвлет преобразования, обучении нейросети и классификации фортепианных клавиш методом опорных векторов. Данная модель позволяет распознать наличие фортепианного звука в мелодии. Также на основе нейронной сети в [25] была предложена разработка веб-приложения для музыкальной транскрипции, с помощью которой

планируется оценивать динамику вероятностей расположения нот в конкретном временном интервале.

В статьях [20-24, 26] рассматриваются ограничения существующих методов для решения таких задач, как автоматизированное распознавание жанра, разложение мелодий на партии для определения инструментов и преобразование аудиофайлов в ноты. Авторами подчеркивается важность создания комбинированных подходов для одновременного распознавания и оценивания инструментально-жанровой специфики, тональности, ритма и многих других аспектов музыки. Выполняя каждую задачу в отдельности, возникает риск нечеткой интерпретации той или иной характеристики звука, а взаимодействие методов даст необходимый контекст.

В обзораемых работах с помощью предлагаемых методов решают задачи преобразования аудиофайлов в нотную запись, поиск информации по отрывку композиции, классификацию по жанрам, определение музыкальных инструментов.

Методы организации автоматизированного адаптивного обучения

Рассматриваемые обучающие системы, в том числе игра на фортепиано, обладают рядом важных характеристик организации учебного процесса, которые позволяют разработать различные варианты обучения для отдельных групп лиц.

Разнообразие услуг индивидуальных учебных занятий вызвано потребностью в лично-ориентированном подходе, что затруднено в условиях традиционного группового обучения. Для гарантированного понимания изучаемой информации необходимо, чтобы ее объяснение подстраивалось под индивидуальные способности к восприятию.

Адаптивное обучение представляет собой такую модель организации учебного процесса, в котором учитываются индивидуальные особенности ученика [27].

В работах [28-30] рассмотрены существующие сервисы для создания информационных обучающих систем с адаптивным свойством, такие как МОНАП, MathBridge и IMS-LD. Данные сервисы предоставляют широкий спектр инструментов для размещения

учебного материала, его структурирования, визуализации, создания заданий и тестирований и предоставления баз данных о успеваемости обучаемых. МОНАП и IMS-LD способны адаптировать процесс обучения в зависимости от предпочтений, возможностей, степени успеваемости и целей обучаемого. Адаптивное свойство для MathBridge заключается в генерации необходимых задач, направленных на конкретные цели обучаемого, что не обеспечивает полную индивидуализацию учебного процесса. Поэтому в [29] предлагается интеграция интеллектуальных адаптивных свойств МОНАП в MathBridge.

С целью построения персональной траектории обучения проводились исследования разработок, описанных в [31-34]. Их результаты позволили доказать эффективность и необходимость адаптивного обучения, а также высоко оценить степень универсальности разрабатываемых подходов.

Как уже было отмечено, в основном структурирование обучающего материала выполнялось алгоритмами кластеризации. В статье [35] для этой цели предлагается квантово-фреймовая модель, в которой отдельные информационные элементы – это кванты, а смысловые связи между ними определяется функциональными зависимостями. Данный подход авторами расценивается, как один из наиболее точных для построения индивидуальной обучающей траектории и подбора учебного материала, соответствующего пробелам в знаниях обучаемого.

В работе [36] при анализе обучающих систем были выявлены основные составляющие адаптивного подхода. Модель адаптивного обучения включает в себя: блок структурированной теоретической базы; психометрический блок для оценки уровня навыков обучаемого; блок рекомендаций и прогнозов достижения цели; блок личной статистики ученика.

Адаптация процесса обучения к человеку, в первую очередь, зависит от его умственных способностей. Интеллектуальная деятельность обуславливается функционированием отделов головного мозга. Психофизиологические особенности человека представляют собой совокупность характеристик работы организма, в том числе мозговой деятельности и эмоциональное состояние, от

которых зависит методология адаптации процесса обучения под конкретного человека.

В обзоре работ существуют и разрабатываемые системы дают дальнейшие рекомендации по проблемным темам и оценку уровня знаний по количеству правильных и ошибочных ответов. Однако, стоит отметить, что не всегда большое количество неправильных ответов будет свидетельствовать о низком уровне знаний. Подобные результаты можно также наблюдать у человека с усталостью или рассеянностью. Рассматриваемые методы и модели адаптивного обучения работают на основе данных о предпочтениях обучаемого, его начальных навыков, количестве правильных ответов и времени прохождения обучающего курса, но не ориентируются на психологическое состояние человека, которое может меняться в процессе обучения. Рекомендации и составление графика занятий с учетом психофизиологических особенностей и возможностей обучаемого позволяют повысить его продуктивность и работоспособность.

Методы организации адаптивного обучения позволят разработать автоматизированную систему, способную повысить эффективность самообразования при освоении навыков игры на фортепиано.

Заключение

В результате обзора автоматизированных обучающих систем были выявлены общая модель и требования для организации образовательного процесса, а также рассмотрены методы и алгоритмы их реализации.

Отдельное внимание в статье уделено обзору и анализу методов автоматической транскрипции музыки, который показал, что в настоящее время помимо применения классических подходов, основанных на преобразованиях Фурье, в данной области используют машинное обучение. В статьях [19,25] предложены перспективные разработки на базе нейронных сетей, которые в купе с современной электроникой [37-39] и алгоритмами проектирования [40-42] смогут вывести данную область на новый качественный уровень.

При изучении методов автоматизации адаптивного обучения были выявлены основные рассматриваемые характеристики человека, а также найдено перспективное направление дальнейших исследований в данной области, связанное с отслеживанием психологического состояния человека в процессе обучения.

Литература

1. Ачилова Э.М. Формирование мотивации к занятиям музыкой у подростков в процессе освоения джазовой импровизации на фортепиано // Молодой ученый. 2017. №9. С. 301-304.
2. Петрушин В.И. Общественная миссия учителей музыки, музыкальных психологов и психотерапевтов // Бюллетень международного центра «Искусство и образование». 2018. №2. С. 1-15
3. Абрарова И.В. Позитивное влияние обучения игре на фортепиано детей с ограниченными возможностями здоровья // Актуальные проблемы начального, дошкольного и специального образования в условиях модернизации. 2017. С. 239-242.
4. Красовская Л.В., Исабекова Т.И. Использование информационных технологий в образовании // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2017. №4. С. 29-36.
5. Белоглазов А.А., Белоглазова Л.Б., Есина З.И., Пучкова В.А., Белоглазова И.А. Информационные технологии как теоретико-методологическая основа новых подходов в обучении // Инновационные педагогические технологии в образовании // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2019. №1. С. 61-68.
6. Алаев М.В., Титовский А.В., Лавриненко В.В. Кластеризация методических задач учебной дисциплины «физическая культура» в высшем образовании // Известия тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2015. №3. С. 3-10.
7. Дубаков А.А., Воробьев А.М. Разработка алгоритма иерархической агломеративной кластеризации для анализа текстовых документов // Математическое и информационное моделирование. 2018. №16. С. 246-255.
8. Struyf A., Hubert M., Rousseeuw P. J. Integrating robust clustering techniques in S-PLUS // Computational Statistics & Data Analysis. 1997. №1. С. 17-37.
9. Guha S., Rastogi R., Shim K. CURE: An Efficient Clustering Algorithm for Large Databases // SIGMOD '98: Proceedings of the 1998 ACM SIGMOD international conference on Management of data. 1998. С. 73-84.
10. Lorbeer B., Kosareva A., Deva B., Softic D., Ruppel P., Kupper A. Variations on the clustering algorithm BIRCH // Big Data Research. 2017. С. 1-11.
11. Müllner D. Modern hierarchical, agglomerative clustering algorithms // Cornell University. Statistics. Machinelearning. 2011. С. 1-29.
12. Здор Р.Э. EM-алгоритм кластеризации данных // Научный поиск. Материалы V Международной научно-практической конференции. 2015. С. 54-56.
13. Перелыгин А.А. Кластеризация многомерных данных: методы, алгоритмы, программы // Вестник Алтайского государственного педагогического университета: естественные и точные науки. 2015. №25. С. 24-31.

14. Шапошникова Е.А. Исследование и анализ алгоритма кластеризации данных методом k-средних // Международный научный журнал "Интернаука". 2017. №18. С. 94-96.
15. Зверева Н.А. Разноуровневое и дифференцированное обучение как фактор повышения эффективности образовательного процесса в СПО // Молодой ученый. VIII Международная научная конференция «Педагогическое мастерство». 2016. С. 35-37.
16. Азевич А.И. Визуализация педагогической информации: учебно-методический аспект // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2016. №3. С. 74-82.
17. Яковлева М.А. Обзор методов автоматической музыкальной транскрипции // Альманах научных работ молодых ученых университета ИТМО. XLVII научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО по тематикам: экономика; менеджмент, инноватика. 2018. С. 326-329.
18. Белобородов А.Ю. Распознавание аудиообразов с применением обертонового ряда // ИНЖЕНЕРИЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕНИЯ. 2010. №3. С. 72-76.
19. Андрадэ А.И., Насуро Е.В. Средство музыкальной транскрипции при помощи методов машинного обучения // BIG DATA and Advanced Analytics. 2019. №5. С. 386-390.
20. Benetos E. et al. Automatic Music Transcription: Breaking the Glass Ceiling // ISMIR. 2012. С. 379-384.
21. Нестеренко М.А. Автоматическое преобразование музыки в нотную запись // Биомашсистемы. 2018. №3. С. 184-198.
22. Ros M., Molina-Solana M., Delgado M., Fajardo W., Vila A. Transcribing debussy's syrinx dynamics through linguistic description: the mudeld algorithm // Fuzzy sets and systems. 2016. Том 285. С. 199-216.
23. Wellhausen J. Towards automatic music transcription: extraction of midi-data out of polyphonic piano music // Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. 2005. №3. С. 39-45.
24. Guo Y., Tang J. A combined mathematical treatment for a special automatic music transcription system // Abstract and Applied Analysis. 2012. С.1-13.
25. Связова Е.Р. Проблема автоматической музыкальной транскрипции // Молодежный вестник уфимского государственного авиационного технического университета. 2019. №1. С. 159-162.
26. Корухова Ю.С., Мытрова М.В. Поиск нот в электронных библиотеках по фрагменту мелодии // Биомашсистемы. 2018. №3. С. 101-108
27. Цынка Д.О. Адаптивная технология формирования программы обучения аспирантов в системе "Электронная аспирантура" // Образовательные технологии и общество. 2019. № 1. С. 25-33.
28. Мамонова В.С., Ильина Т.В. Экспертная система адаптивного обучения МОНАП // Актуальные вопросы в науке и практике. 2018. С. 158-163.
29. Павлов А.Д. Анализ интеллектуальных механизмов и интеграция адаптивных методов обучения в систему MathBridge // Образовательные технологии и общество. 2017. №4. С. 344-355.
30. Specht M., Burgos D. Modeling Adaptive Educational Methods with IMS Learning Design // Journal of Interactive Media in Education. 2007. С. 1-13.
31. Colace F., De Santo M., Greco L. E-learning and personalized learning path: a proposal based on the adaptive educational hypermedia system // International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). 2014. №2. С. 9-16.

32. Соколов П.В., Ченцов С.В. Технологическое обеспечение адаптивной среды обучения на базе систем дистанционного обучения // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 7. С. 103-107.

33. Денисова И.Ю., Баканова М.В. Реализация адаптивной технологии обучения в информационной обучающей системе // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 2012. № 28. С. 749-752.

34. Плещев В.В., Старк Т. Автоматизированные адаптивные методические системы обучения в области разработки корпоративных информационных систем // VI-технологии и корпоративные информационные системы в оптимизации бизнес-процессов. 2016. С. 196-199.

35. Pikulyak M.V. Ontological approach to construction of subject sphere on basis of quantum frame model // MediĉnalInformatika ta InŹeneriĉ. 2014. №1. С. 50-54.

36. Зайдуллина С.Г., Сафронов А.М. Роль современных систем адаптивного обучения в образовании // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. 2018. С. 227-228.

37. Danilin S.N., Shchanikov S.A. The Research Of Operation Accuracy Of A Memristor-Based Artificial Neural Network With An Input Signal Containing Noise And Pulse Interference // 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics. 2016. С. 7818997.

38. Danilin S.N., Shchanikov S.A. Neural Network Control Over Operation Accuracy Of Memristor-Based Hardware // Proceedings of 2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS. 2015. С. 7414916.

39. Danilin S.N., Shchanikov S.A., Panteleev S.V. Determining Operation Tolerances Of Memristor-Based Artificial Neural Networks // Proceedings - 2016 International Conference on Engineering and Telecommunication, EnT. 9. 2016. С. 34-38.

40. Данилин С.Н., Щаников С.А., Пантелеев С.В. Проектирование обучаемых структур инфокоммуникационных систем с заданной точностью функционирования // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии (КрыМиКо'2015). Материалы докладов 25-ой Международной Крымской конференции. В 2-х томах. 2015. С. 305-306.

41. Данилин С.Н., Макаров М.В., Щаников С.А. Алгоритм определения обобщающей способности искусственных нейронных сетей // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2014. № 16. С. 74-78.

42. Данилин С.Н., Макаров М.В., Щаников С.А. Комплексный показатель качества работы нейронных сетей // Информационные технологии. 2013. № 5. С. 57-59.

ОСТРЕНКО АННА АЛЕКСАНДРОВНА,
МАГИСТРАНТ 2 КУРСА КАФЕДРЫ «ФИЗИКА И
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»
ЭЛ. ПОЧТА: ANYA.OSTRENKO@MAIL.RU

РЫЖКОВА МАРИЯ НИКОЛАЕВНА, К.Т.Н.,
ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ «ФИЗИКА И ПРИКЛАДНАЯ
МАТЕМАТИКА»
ЭЛ. ПОЧТА: MASMASH@MAIL.RU