

**Адаптация учебной дисциплины «Информатика»
для музыкальных учебных заведений в рамках
федеральных государственных образовательных стандартов**

**Adaptation of the academic discipline "Informatics"
for music educational institutions within the framework
of the Federal State Educational Standards**

Автор статьи

Самохвалов Алексей Эдуардович,
кандидат экономических наук, доцент кафедры систем обработки информации и управления ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана»; преподаватель информатики ГБПОУ «Академия джаза», г. Москва, Российская Федерация
samox@bmstu.ru
ORCID: 0000-0002-4158-9697

Author of the article

Alexey E. Samokhvalov,
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of «Information Processing and Management Systems», Bauman Moscow State Technical University; Computer Science Teacher, Academy of Jazz, Moscow, Russian Federation
samox@bmstu.ru
ORCID: 0000-0002-4158-9697

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Самохвалов А. Э. Адаптация учебной дисциплины «Информатика» для музыкальных учебных заведений в рамках федеральных государственных образовательных стандартов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2025. – № 01. – С. 89–104. – URL: <https://e-koncept.ru/2025/251007.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2025-11007

For citation

A. E. Samokhvalov, Adaptation of the academic discipline "Informatics" for music educational institutions within the framework of the Federal State Educational Standards // Scientific-methodological electronic journal "Koncept". – 2025. – No. 01. – P. 89–104. – URL: <https://e-koncept.ru/2025/251007.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-2025-11007

Поступила в редакцию <i>Received</i>	23.10.24	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	25.11.24
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	25.11.24	Опубликована <i>Published</i>	31.01.25



Аннотация

На Всемирной конференции ЮНЕСКО по образованию в области культуры и искусств сформулирован курс на интеграцию процессов обучения музыке и информационным технологиям. Федеральные государственные образовательные стандарты основного общего, среднего профессионального и высшего уровней образования содержат требования к рабочим программам дисциплины «Информатика», которые являются общими для всех профилей подготовки. Цель исследования – составление методической разработки по адаптации рабочих программ по информатике к требованиям образовательных программ в музыкальных учебных заведениях. В работе применялся такой ведущий теоретический метод, как анализ педагогической литературы, нормативно-правовых документов в сфере образования, технической документации программных продуктов. Проанализирован педагогический опыт взаимного обогащения знаниями и навыками при совместном изучении инженерных и музыкальных предметов. Рассмотрены существующие языки программирования, проведено сравнение их технологических характеристик и степени доступности для организации учебного процесса. Изучен опыт применения различных сред разработки музыкального контента, выделены их достоинства и недостатки. Исследованы документы ФГОС, и составлена таблица распределения тем «Информатики» по уровням образования: 8–9-е классы, 10–11-е классы и курсы специального профессионального образования, курсы высшего образования. Результатом исследования стал план модификации основных разделов дисциплины: «Общие сведения о языке программирования Питон», «Организация ввода и вывода данных», «Программирование линейных алгоритмов», «Программирование разветвляющихся алгоритмов», «Программирование циклов», «Одномерные массивы» и другие. Теоретическая значимость исследования состоит в построении алгоритмически и технологически связанных с программированием электронной музыки тематических занятий по информатике. Практическая значимость исследования продемонстрирована на примере применения разработанной автором специальной библиотеки функций, которая позволяет обучающимся составлять программы на языке Питон на более высоком, а следовательно, более доступном уровне. В работе представлены результаты апробации авторской методики в ГБПОУ г. Москвы «Академия джаза» (основное общее и среднее профессиональное музыкальное образование).

Abstract

The UNESCO World Conference on Arts and Culture Education formulates a course on integrating the processes of teaching music and information technology. The Federal state educational standards of basic general, secondary vocational and higher education levels contain requirements for work programs of the discipline "Informatics", which are common to all training profiles. The aim of the study is to compile a methodological guidebook for the adaptation of computer science work programs to the requirements of educational programs in music educational institutions. The work used such leading theoretical methods as the analysis of pedagogical literature, normative legal documents in the field of education, and technical documentation of software products. The pedagogical experience of mutual enrichment of knowledge and skills in the joint study of engineering and musical subjects is analyzed. The existing programming languages are examined, their technological characteristics and the degree of suitability for the organization of the educational process are compared. The experience of using various environments for music content development has been studied, their advantages and disadvantages have been highlighted. The documents of the Federal State Educational Standard have been studied and a table of the distribution of topics of "Informatics" by education levels has been compiled: grades 8-9, grades 10-11 and courses of special vocational education, courses of higher education. The research resulted in a modification plan for the main sections of the discipline: "General information about the Python programming language", "Organization of data input and output", "Programming linear algorithms", "Programming branching algorithms", "Programming loops", "One-dimensional arrays" and others. The theoretical significance of the research consists in the construction of algorithmically and technologically related thematic computer science classes for electronic music programming. The practical significance of the study is demonstrated by the example of the use of a special library of functions developed by the author, which allows students to create programs in Python at a higher, and therefore more accessible level. The paper presents the results of testing the author's methodology in the Moscow educational institution "Academy of Jazz" (basic general and secondary professional musical education).

Ключевые слова

информатика, программирование, электронная музыка, музыкальное образование, образовательная деятельность

Key words

computer science, programming, electronic music, music education, educational activities

Благодарности

Автор выражает благодарность доценту МГТУ им. Н. Э. Баумана М. В. Виноградовой и заведующей учебной частью ГБПОУ г. Москвы «Академия джаза» И. А. Смоляковой за методическое обеспечение при подготовке курса и статьи.

Acknowledgements

The author expresses gratitude to M.V. Vinogradova - Associate Professor of the Bauman Moscow State Technical University and to I.A. Smolyakova - Head of the academic department of the Moscow State Pedagogical University "Academy of Jazz" for methodological support during the preparation of the course and the article.

Введение / Introduction

В феврале 2024 года на Всемирной конференции ЮНЕСКО по образованию в области культуры и искусств была принята итоговая резолюция, посвященная проблемам использования цифровых технологий и искусственного интеллекта в сфере полихудожественной подготовки школьников и студентов, в которой определено, что «цифровые

преобразования продолжают радикально менять наши модели обучения, преподавания, творческой деятельности, общения и работы во всех обществах» [1]. Развивая Рамочную программу по развитию педагогической деятельности, Исполнительный совет ЮНЕСКО повторно призвал государства-члены «пересмотреть подход к образованию в области культуры и искусств с целью учета современных достижений и использования возможностей, связанных с развитием цифровых технологий» [2].

Исследования ведущего научного сотрудника ФГБНУ «Институт стратегии развития образования» И. М. Красильникова показали, что «современное состояние музыкального образования в отечественной школе нельзя признать вполне благополучным» [3]. Крайне негативно влияют на эффективность учебных процессов, во-первых, слабая связь между осваиваемыми знаниями по общеобразовательным предметам и музыкальной деятельностью, во-вторых, педагогами недостаточно уделяется внимания цифровым технологиям, корректности их использования.

В государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» перечислены стратегические национальные приоритеты политики в сфере образования, среди которых записано «формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, основанной на принципах справедливости, всеобщности и направленной на самоопределение и профессиональную ориентацию всех обучающихся» [4]. Достижение поставленных в этом документе целей, по мнению автора, возможно только при глубокой интеграции общеобразовательных и профессиональных обучающих траекторий. В целях повышения качества подготовки молодых музыкантов разработан принципиально новый план занятий по предмету «Информатика», сочетающий требования федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) и материалы курса элементарной теории музыки.

Обзор литературы / Literature review

Влияние программирования и информатики на развитие изобретательского типа мышления и творческих способностей изучено в работе преподавателей ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» Н. В. Петренко и В. Л. Лучина, где определены «основные способности, через которые проявляется изобретательское мышление в повседневной деятельности, главным образом это такие интеллектуальные умения, как анализ и оценка информации, навык актуализации алгоритмов исследования, навык экстраполяции и интерполяции данных, умение делать научно обоснованный прогноз» [5]. Отмечено, что на успеваемость студентов по дисциплинам естественно-научного цикла значительное положительное влияние оказывают умение ориентироваться в информационных взаимосвязях окружающего мира, знания в области работы с информацией и навыки, позволяющие применять в обучении комплексы различных современных технических средств.

Исследователи университета Бабеша – Бойяи (Румыния) М. Банут, И. Албулеску и преподаватель Национальной музыкальной академии имени Георге Димы С. Анка на практике продемонстрировали, как «творческое мышление пробуждается с помощью учебной программы по музыкальному программированию» и закрепляется в процессе междисциплинарной деятельности [6]. Импровизация аудиоматериалов приносит креативность в учебную программу, развивает навыки мышления, а при использовании цифровых технологий также развивается цифровая компетентность. Созданный аудиоцифровой контент является конечным продуктом творческого

мышления обучающегося. Учителя могут, среди прочего, оценивать учащихся на основе креативности, проявленной при выполнении задания. Креативность, по мнению Б. Мюрхеда, успешно охватывает аспект знаний в области музыки и программирования на уровне Mini-C («трансформационное обучение», включающее «лично значимые интерпретации переживаний, действий и прозрений») психологической модели Кауфмана и Бегетто [7], в которой личное творчество возглавляет процесс вечного движения, создания личных знаний.

М. Банут и И. Албулеску провели отдельное исследование, посвященное формированию индуктивной стратегии обучения, с помощью которой осваиваются концепции теории музыки вместе с практическими занятиями по их применению в компьютерном программировании. Ученики преобразовали партитуры произведений из культурного наследия и детского репертуара в цифровые аудиопродукты с помощью приложения Sonic Pi. Хорошие результаты, полученные учащимися после прохождения тестов, показывают, что создание цифровой музыки с помощью прикладных программ возможно как учащимися старших, так и начальных классов [8].

Применительно к профессиональной подготовке будущих музыкантов данная тема продолжена в статье А. К. Усенова и А. А. Кусаинова, в которой рассмотрена проблема формирования музыкально-компьютерных знаний, умений и навыков студентов в процессе творческой деятельности. По мнению ученых, программирование «минусовок» и дальнейшее музицирование с аккомпанементом помогают выполнить следующие задачи: закрепление приобретенных во время практических занятий знаний и навыков, улучшение музыкального вкуса, развитие слуха и чувства ритма, работа над исполнительской дисциплинированностью, повышение уровня внимания, соблюдение четкости и точности в области ритма, темпа, штрихов, динамики и т. д. [9]

Сотрудники учебно-методической лаборатории «Музыкально-компьютерные технологии» (МКТ) ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» И. Б. Горбунова и В. Ю. Маврина исследовали проблемы разностороннего творческого развития современных подростков и роль музыки в этом процессе. Авторы показывают, что «музыка, являясь абстрактно-чувственным искусством, способна наиболее активным образом влиять на различные эмоциональные и эстетические стороны развития личности подростка. Современные МКТ создают предпосылки для разработки продуктивных форм взаимодействия творческого потенциала, содержащегося в музыкальном наследии, и возможностей творческой деятельности, обусловленных современным этапом развития точных наук, включая различные направления деятельности специалистов в области программирования» [10]. В результате проведенных в лаборатории исследований сформировалась новая педагогическая модель, ориентированная на развитие творческого потенциала подростков, занимающихся точными науками и программированием в процессе обучения музыке. Выделены следующие точки роста креативных способностей: творческая ассоциативность, гибкость мышления, самостоятельность в принятии решений, доработка деталей с целью совершенствования первоначального замысла, включение новых знаний и умений. По мнению исследователей, современные музыкально-компьютерные технологии обеспечивают межпредметные связи, с одной стороны, между композицией, исполнительством, исследованием музыки, музыкальной педагогикой и, с другой стороны, между математикой, информатикой, физикой, другими общеобразовательными дисциплинами.

Исследователи из университета Турку (Финляндия) Л. Самули, Р. Сампса и С. Эрки обратили внимание на то, что теория музыки содержит логические структуры, которые во многом похожи на программный код. Оцифровка музыкального произведения требует от современных композиторов грамотного использования инструментов для создания цифровой музыки и связанных с ними технологиями. Анализ сходств и различий между мыслительными процессами создания программного обеспечения и сочинения музыки показал, что последние обладают потенциалом для обучения следующим навыкам мышления, присутствующим в образовательных программах университета: модульность, циклы, условные операторы, структуры данных, ввод/вывод и системное проектирование. Кроме того, ими были обнаружены «неявные преимущества обучения студентов в плане повышения уровня технических знаний, навыков сотрудничества и дизайнерского мышления» [11].

Японская методика обучения программированию в музыкальной школе описана в статье А. Газзано [12]. В ней выделены отдельные типы мышления учащихся: «программистский» и «музыкальный». Первый характеризуется наличием фиксированной цели обучения, а второй – гибким подходом к композиторской деятельности с результатами, не отвечающими четким формальным требованиям. Противоречия между этими типами являются причиной проблем, возникающих при освоении информатики музыкантами и музыки программистами, что порождает дискуссии о необходимости разработки новых педагогических стратегий.

Рассматривая процесс программирования как взаимодействие человека и техники, преподаватели ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет» В. Ю. Пирогов и Е. И. Попова выделили алгоритмический и технологический аспекты программирования и обосновали важность установления баланса между ними в преподавании информатики [13]. Рекомендовано выбрать язык программирования с высокой технологической составляющей, рассмотреть его технологические возможности и оценить алгоритмические возможности их реализации. Различия между такими языками, как Паскаль, Си, Питон, отражаются на принципах составления алгоритмов, следовательно, и на содержании учебно-методических материалов. Баланс между алгоритмической и технологической частями курса программирования предложено регулировать на основе алгоритмической части, используя следующие три уровня изучения: ознакомительный (учащихся знакомят с теоретическим описанием алгоритма), демонстрационный (изучение программного кода и показ его работы), прикладной (решение конкретных задач с использованием изученного алгоритма).

Ученые кафедры «Цифровые технологии обработки данных» ИКБ РТУ МИРЭА А. Д. Форшаков, И. Д. Котилевец, И. А. Иванова провели сравнительный анализ таких языков программирования, используемых для работы с музыкой и музыкальными сэмплами, как SuperCollider, CSound, Sporth, ChucK. На основании проведенного исследования был сделан вывод, что «из перечисленных языков и сред разработки наиболее современными являются SuperCollider и CSound... Наиболее простым для изучения среди представленных является SuperCollider – во многом благодаря своей среде разработки, предоставляющей помощь в изучении языка “на ходу”» [14]. CSound же подойдет для пользователей более высокого уровня – благодаря функционалу и синтаксису языка можно создавать гораздо более сложные в техническом плане музыкальные конструкции. Платформа SuperCollider состоит из аудиосервера реального времени для анализа и синтеза звука, аудиосервера с поддержкой парал-

лельной обработки сигналов для многоядерных процессоров, языка программирования Sclang (интерпретатор) и среды разработки со встроенной системой помощи. Язык программирования Sclang синтаксически похож на язык С. Платформа Csound состоит из компилятора и среды разработки. Для написания музыки необходимо составить XML-скрипт и загрузить его для проигрывания. Методические материалы систематизированы в работе М. Коутсомичалиса [15].

В докладе «Роль программирования в музыкальной индустрии» исследователей А. Г. Герасимовой, Д. С. Виноградова из Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева [16] рассмотрены языки кодирования музыки для программирования электронных устройств для создания инструментальных звуков: Alda, LC, ChucK, Pd (Pure Data), Delphi, C++. Языки кодирования перечислены по возрастанию уровня сложности и разнообразия функций. С точки зрения наглядности разрабатываемых алгоритмов особенно выделяется графическая среда программирования Pd, в которой вместо написания традиционного текстового кода учащийся размещает на экране виджеты (визуальные объекты, обозначающие функции обработки и воспроизведения звука) и линии связи между ними.

В работе педагога дополнительного образования СПб ГДТЮ Н. С. Ананьина выделены достоинства популярной системы обработки музыки Ableton Live с интегрированной средой визуального проектирования Max [17]. Процесс программирования заключается в выборе и настройке объектов, исполняющих функции генерации звука, эмуляции музыкального оборудования, создания аудиоэффектов, и соединения их виртуальными проводами. Серьезным преимуществом данной среды является регулярное обновление и пополнение библиотеки объектов, что расширяет возможности музыкального творчества.

Перечисленные выше языки программирования и их среды подходят для написания электронной музыки, а не для обучения составлению алгоритмов, процедур и функций. Для курса информатики, основанного на ФГОС, более близки представленные старшим преподавателем Бурятского государственного университета имени Доржи Банзарова Н. Н. Шадриной и студентом А. Е. Коньковой методическая разработка и программная реализация виртуального музыкального инструмента (фортепиано), основанные на MIDI-интерфейсе (Musical Instrument Digital Interface), который осуществляет кодирование в цифровой форме информации о частоте звука, тембре, тональности, темпе, уровне громкости и других акустических параметрах с точной привязкой во времени [18]. Технологической составляющей курса программирования служат пакет для ввода/вывода, обработки и синтеза данных Java.sound.midi и среда разработки для Java-проектов. Таблица высот нот (частот) записана в целочисленные массивы от До субконтроктавы до До большой октавы. Громкость звука также кодируется целым числом в диапазоне от 0 до 127. В Java-программе создается объект класса Synthesizer, его свойства инициализируются значениями перечисленных параметров.

В статье И. Леви [19] описан уникальный опыт обучения информатике с помощью музыкального программирования известных мелодий. Ученики седьмых и восьмых классов в среде Scratch 2.0 познакомились с основными понятиями, такими как методы, переменные, команды управления, параллельные процессы и др. Учебные модули были разработаны по методу спирального обучения, при котором циклически повышается уровень сложности набора задач. На занятиях ученики проявляли энтузиазм, им было интересно изучать и использовать передовые технологии. Музыкальное программирование придало практический смысл изученным темам и концепциям программирования.

Широкое распространение в образовательных учреждениях получил язык программирования Питон. В статье Д. А. Ельсукова отмечено, что выпускники школ все чаще выбирают его при прохождении промежуточных аттестаций, сдаче Единого государственного экзамена и продолжают им пользоваться в высших учебных заведениях [20]. Ученые Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых А. А. Наянова и Д. Я. Якубович выделили следующие преимущества языка Питон с точки зрения обучения школьников и студентов программированию: низкий «порог входа» (минимальные требования к начальной подготовке обучающегося); понятный синтаксис; наглядность и компактность кода; возможность применения объектно ориентированного подхода для достижения высокого уровня абстракции; разнообразие структур данных (списки, кортежи, словари, множества); обширная библиотека встроенных модулей и разработок IT-сообществ; поддержка графического кросс-платформенного интерфейса [21]. Для материально-технического и программного обеспечения учебного процесса особенно важен тот факт, что разработаны свободно распространяемые реализации языка Питон для всех популярных операционных систем: Альт-Линукс, Linux, Windows, Mac OS X, FreeBSD, Android, iOS, благодаря чему образовательные учреждения могут использовать этот язык программирования при любом уровне технического оснащения классов информатики.

Кроме достоинств языка, необходимо исследовать и его недостатки. Доцент Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета Е. А. Еремин выразил мнение о недопустимости замены традиционных языков программирования (Паскаль, Си, Фортран и др.) одним языком Питон, широкое распространение которого в школе связано с «удобством выполнения заданий при сдаче ЕГЭ» [22]. Сокращение синтаксических конструкций, по мнению ученого, лишает учащихся возможности постигать теоретическую информатику и затрудняет процесс преподавания основ программирования. Например, с точки зрения методики обучения важным недостатком является отсутствие описания переменных, в связи с чем «не у всех учащихся формируется понимание того, что для каждого типа данных требуется выделить определенный объем памяти», что приводит в будущем к сложностям усвоения лекционного материала по курсу «Системы управления базами данных» на старших курсах бакалавриата и специалитета.

Стремление максимально сократить код программы, с одной стороны, является технологическим преимуществом, но, с другой стороны, приводит к тому, что алгоритмы ветвления приобретают линейный вид, что противоречит рабочим программам школьного курса информатики, разработанным на основании ФГОС. Перечисленные в работе Е. А. Еремина [23] трудности применения языка Питон в образовании необходимо учитывать при разработке учебно-методических материалов.

Широкие возможности этого языка для музыкального творчества обобщены в работе ученых университета Нортуэстерн (США) М. Хорна, М. Вест и К. Робертса [24]. Здесь представлены учебные материалы по музыке и примеры ru-программ по темам: ритм и темп; высота звука, гармония и диссонанс; аккорды; гаммы, ключи и мелодии; диатонические аккорды и последовательности аккордов; преобразование Фурье; модульный синтез и др. По мнению автора, представленная методика доступна для использования на уроках информатики в школе.

В учебнике М. Мюллера [25], рекомендованном студентам, преподавателям и исследователям, работающим в области аудиотехники, информатики, мультимедиа и музыковедения, объединены глубокие технологические знания в области программирования и математические основы обработки музыки. Данный труд можно рекомендовать для преподавания в высших музыкальных учебных заведениях.

Обобщая изложенное, можно сделать вывод о том, что модуль «Программирование» курса «Информатика» должен объединить технологическую базу языка Питон, требования федеральных государственных стандартов к учебному плану и основы элементарной теории музыки.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Согласно Федеральной рабочей программе основного общего образования для 7–9-х классов, цели и задачи изучения информатики на этом уровне образования определяют «структуру основного содержания учебного предмета в виде следующих четырех тематических разделов: цифровая грамотность; теоретические основы информатики; алгоритмы и программирование; информационные технологии» [26]. Знакомство с программированием начинается в восьмом классе. В процессе освоения школьного курса учащиеся приобретают следующие умения: применение констант и переменных различных типов, использование оператора присваивания, выполнение арифметических операций, выполнение операций булевой логики (конъюнкция, дизъюнкция, инверсия), составление и программирование несложных алгоритмов обработки числовых данных с использованием циклов и ветвлений. Далее в программу добавляются изучение типовых алгоритмов обработки числовых последовательностей или одномерных числовых массивов, составление вспомогательных подпрограмм.

В старших классах общеобразовательных школ и младших курсах средних профессиональных учебных заведений учащиеся тренируются использовать в своих программах функции с входными параметрами и возвращаемыми значениями, составлять алгоритмы обработки числовых и текстовых данных, использовать средства трассировки кода при его пошаговом выполнении (Примерная рабочая программа среднего общего образования. Информатика. 10–11-е классы) [27].

Студенты высших учебных заведений знакомятся с основами объектно ориентированного программирования, изучают такие основные принципы ООП, как абстракция, инкапсуляция, наследование и полиморфизм. Реализация нотной записи с применением ООП описана в методическом пособии М. Дроеттбума и И. Фуинаги [28].

На основе полученных знаний обучающиеся продолжают составлять код на основе классов и шаблонов, проектируют оконные пользовательские интерфейсы и графы диалога автоматизированных систем. На кафедре «Системы обработки информации и управления» МГТУ им. Н. Э. Баумана используется учебник Э. Н. Самохвалова, Г. И. Ревункова, Ю. Е. Гапанюка «Введение в проектирование и разработку интернет-приложений» [29].

По мере приобретения опыта учащимися, согласно принципу дидактической спирали, продолжается изучение перечисленных тем на более высоком уровне подготовки. В таблице ниже отражено распределение тем курса информатики по уровням образования: 8–9-е классы, 10–11-е классы и курсы специального профессионального образования (СПО), курсы высшего образования (ВО).

Методологическая база преподавания тесно связана с технической оснащённостью учебного процесса. Важным требованием к современным образовательным проектам является использование исключительно российских ИТ-систем, однако их внедрение, по М. Маркушевичу и А. Краснову, разрушает традиционный принцип инвариантности методики обучения информатике в основной школе относительно программного и аппаратного обеспечения [30].

Распределение тем курса информатики по уровням образования

Тема занятия	8-9-е классы	10-11-е классы, СПО	ВО
Общие сведения о языке программирования Питон	+		+
Организация ввода и вывода данных	+		+
Программирование линейных алгоритмов	+		+
Программирование разветвляющихся алгоритмов	+	+	+
Программирование циклов	+	+	+
Одномерные массивы целых чисел. Описание, заполнение, вывод массива	+		+
Многомерные массивы		+	+
Алгоритмы обработки массивов		+	+
Запись вспомогательных алгоритмов. Функции		+	+
Операции чтения и записи текстовых файлов		+	+
Кодирование звука	+		+
Операции чтения и записи мультимедиафайлов		+	+
Объектно ориентированное программирование			+
Базы данных. Операции с таблицами БД			+
Визуальное программирование			+
Интернет-технологии			+

Цель исследования – разработать методику адаптации перечисленных выше традиционных модулей дисциплины «Информатика», посвященных программированию, к задачам подготовки учащихся школ, колледжей и высших учебных музыкальных заведений. Для ее достижения автором применены методы сбора, анализа, обобщения литературы:

- о возможностях технических средств;
- возможностях языка программирования Питон и библиотек для него;
- требованиях федеральных государственных образовательных стандартов;
- методиках преподавания, проведения теоретических и практических занятий.

Для программирования звуков необходимо выбрать систему их кодирования. Из учебника В. А. Вахромеева учащиеся узнают, что «в музыкальной практике употребляется способ буквенного обозначения звуков, основанный на латинском алфавите» [31]. Автор данной статьи утверждает, что такие записи нот должны строго соответствовать обозначениям, которые применяются в курсе «Элементарная теория музыки» в учебном заведении, где представленная методика будет внедрена.

Музыкальные произведения для «электронного исполнения» учащимися следует выбирать исходя из базового репертуара учебного заведения. По утверждению первого заместителя директора П. Л. Овчинникова, для Академии джаза огромное значение имеют получившие известность в исполнении оркестра Гленна Миллера музыкальные композиции, которым «мы сегодня обязаны в формировании целого пласта джазовой оркестровой исполнительской культуры» [32].

Результаты исследования / Research results

По мнению автора, структуру курса «Информатика» необходимо сохранить такой, какой она определена в ФГОС. Содержание занятий расширяется дополнительными вариативными темами, раскрывающими учебный материал, специфический для обучения музыкантов.

Тему занятия «Общие сведения о языке программирования Питон» предложено дополнить сведениями о таких библиотеках, как `python3-tools`, `python3-module-pyaudio`, `python3-module-numpy`. Автор обосновывает выбор этих пакетов для организации технологической части курса тем, что они входят в стандартный набор систем «Альт-Образование» и функционируют на отечественной операционной системе Альт-Линукс.

Освоив на занятии «Организация ввода и вывода данных» ввод с клавиатуры чисел и вывод на экран результатов простых арифметических операций, обучающийся вводит целочисленные значения частот в герцах и воспроизводит звук с помощью динамиков.

Для проведения занятий «Программирование линейных алгоритмов» автор разработал функцию воспроизведения ноты со следующими параметрами: буквенное обозначение ноты, длительность звучания, номер октавы, добавочное значение к эталонной частоте. Линейный алгоритм воспроизведения последовательности нот позволяет составлять простую электронную мелодию. Для отработки применения констант в программу добавлена глобальная константа `temp`, позволяющая настроить скорость воспроизведения.

При «Программировании разветвляющихся алгоритмов» учащимся предлагается составить алгоритм выбора мелодии для воспроизведения по логическому условию. Например, выбор зависит от решения квадратного уравнения, программирование которого входит в стандартный набор задач. Подобные модификации обычных заданий значительно оживляют процесс их выполнения, повышают мотивацию к обучению.

С помощью «Программирования циклов» ученик может составлять мелодии известных русских народных песен, в основе которых лежат повторяющиеся ноты куплетов и припева.

На занятиях «Одномерные массивы целых чисел. Описание, заполнение, вывод массива» учатся самостоятельно создавать массив частот выбранной октавы и использовать его при программировании звука. Изучая методы циклической обработки массива (увеличение или уменьшение частоты на постоянную или переменную величину), создают различные музыкальные вариации.

Освоение практики работы с «Многомерными массивами» осуществляется следующим образом. Перечисленные выше параметры (буквенное обозначение ноты, длительность, номер октавы, добавочное значение к эталонной частоте) записываются сначала в многомерный массив, а затем организуется цикл чтения параметров из массива и воспроизведения звука.

Тема «Алгоритмы обработки массивов» посвящена поиску значений элементов массива по заданному условию. Обучающимся предлагается составить и реализовать алгоритм поиска фрагмента музыкального произведения (символьной последовательности нот) в массиве, поэлементно сравнить два массива похожих мелодий, осуществить поиск и воспроизведение фрагмента заданной длительности.

Изучая «Запись вспомогательных алгоритмов. Функции», учащийся составляет свои вспомогательные алгоритмы обработки музыки (например, изменение тембра звучания) и пишет функции с несколькими входными параметрами разного типа данных и одним или несколькими выходными параметрами. Разработанные учеником функции объединяются в отдельную библиотеку функций (ру-модуль). Таким образом приобретается опыт структурирования программного кода.

На занятиях «Операции чтения и записи текстовых файлов» отрабатываются навыки записи элементов многомерного массива, описанного выше, в текстовый файл и чтения этого файла для воспроизведения.

Помимо усвоения теоретических знаний по теме «Кодирование звука» о различных форматах кодирования звуковой информации, выполняются практические занятия по использованию функций экспорта звукового потока в файл формата WAV и сервисов перекодирования из него в привычный «экономный» формат MP3.

Тема «Операции чтения и записи мультимедиафайлов» посвящена изучению библиотек языка Питон, используемых для воспроизведения и записи звуковых файлов различных форматов. Учащиеся сравнивают качество записи и технические параметры таких файлов, учатся выбирать оптимальный вариант.

В современных учебных планах IT-дисциплин высших учебных заведений обязательно включен модуль «Объектно ориентированное программирование» (или он выделен как отдельная одноименная дисциплина). На этих занятиях студенты преобразуют функцию вычисления параметров звучания ноты в класс, содержащий соответствующие свойства и методы.

Освоив тему «Базы данных. Операции с таблицами БД», студент сначала создает локальные электронные таблицы, содержащие нотные записи электронных музыкальных произведений, а затем переносит их в систему управления базами данных Postgres, развернутую на веб-сервере.

С помощью библиотек веб-дизайна на занятиях по теме «Визуальное программирование» студенты учатся разрабатывать графический интерфейс веб-приложения, с помощью которого можно загрузить на сервер музыкальные записи, воспроизвести их по запросу пользователя, организовать медиатеку. Более глубокое изучение средств программирования для веба проходит на занятиях «Интернет-технологии».

В ходе пилотной апробации автором статьи для школьников и студентов ГБПОУ г. Москвы «Академия джаза» (основное общее и среднее профессиональное образование) разработана библиотека вспомогательных функций Гудибелиус (название выбрано учащимися как противоположное зарубежной системе Сибелиус). Эти функции служат промежуточным звеном между пользовательским (высоким) и системным (низким) уровнями программирования.

На рис. 1 продемонстрирован системный модуль gudimusic.py (слева), функции которого использованы учеником 8-го класса при программировании линейного алгоритма исполнения музыки русской народной песни «Коробейники» (справа).

На рис. 2 показан процесс пошаговой трассировки линейного алгоритма, который выполняет ученик для достижения качественного звучания музыки.

Заключение / Conclusion

Сохранив структуру курса «Информатика», составленного на базе ФГОС, автор наполнил темы теоретических и практических занятий новым содержанием. Алгоритмическая и технологическая части курса программирования на языке Питон объединены с учебными модулями элементарной теории музыки. Таким образом, сформирована рабочая программа по информатике, адаптированная к профилю профессиональной подготовки музыкантов. Учтены различия в составе модулей на разных уровнях образования: 8–9-е классы, 10–11-е классы и СПО, высшее образование.

Разработана авторская библиотека функций высокого уровня для воспроизведения и обработки звуковой информации. Такой подход сделал доступным программирование музыки для обучающихся без использования сложных для понимания низкоуровневых алгоритмов.

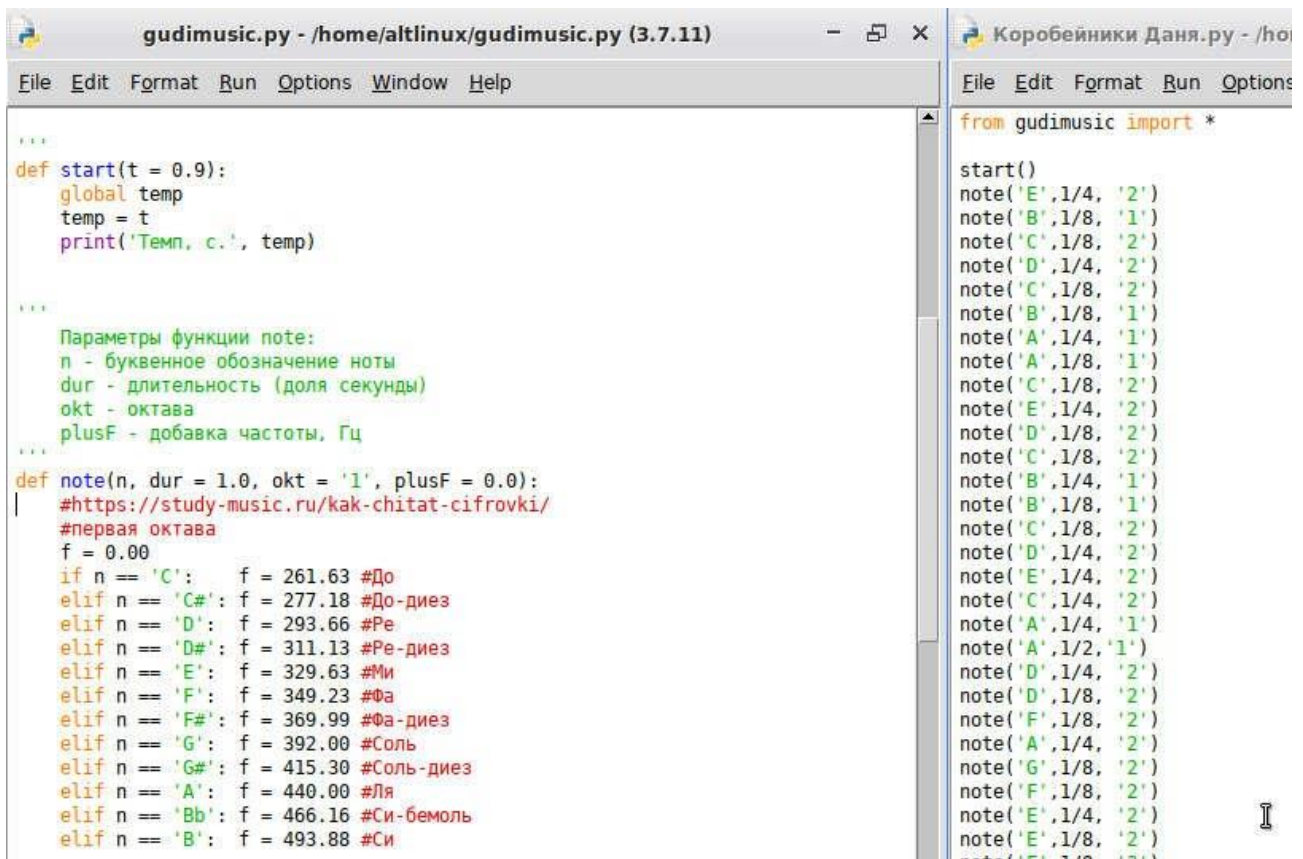


Рис. 1. Программирование линейного алгоритма

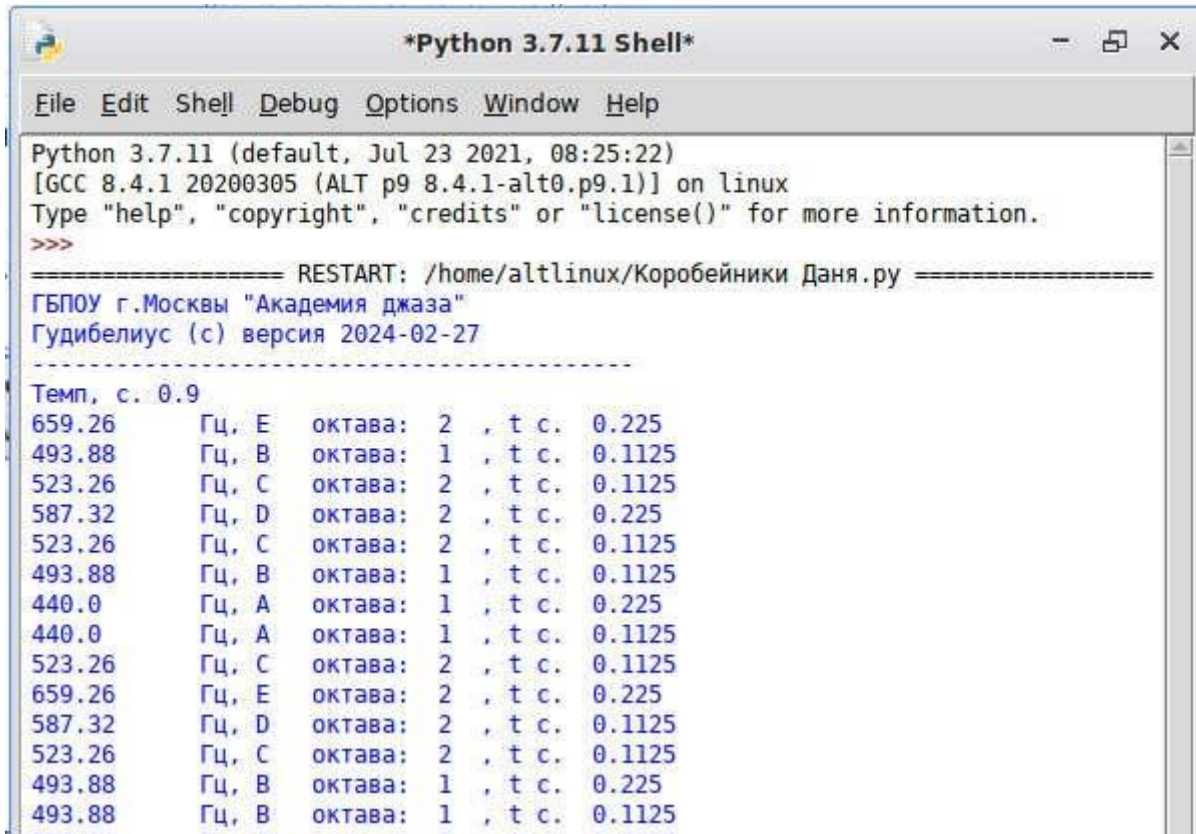


Рис. 2. Трассировка линейного алгоритма

Апробация методики на занятиях со школьниками 8-х, 9-х классов и студентами II курса ГБПОУ г. Москвы «Академия джаза» показала рост успеваемости по предмету «Информатика». Сравнение результатов государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования (ОГЭ) по информатике до и после внедрения методики представлено на рис. 3. Существенно сократилось количество удовлетворительных оценок в пользу хороших.

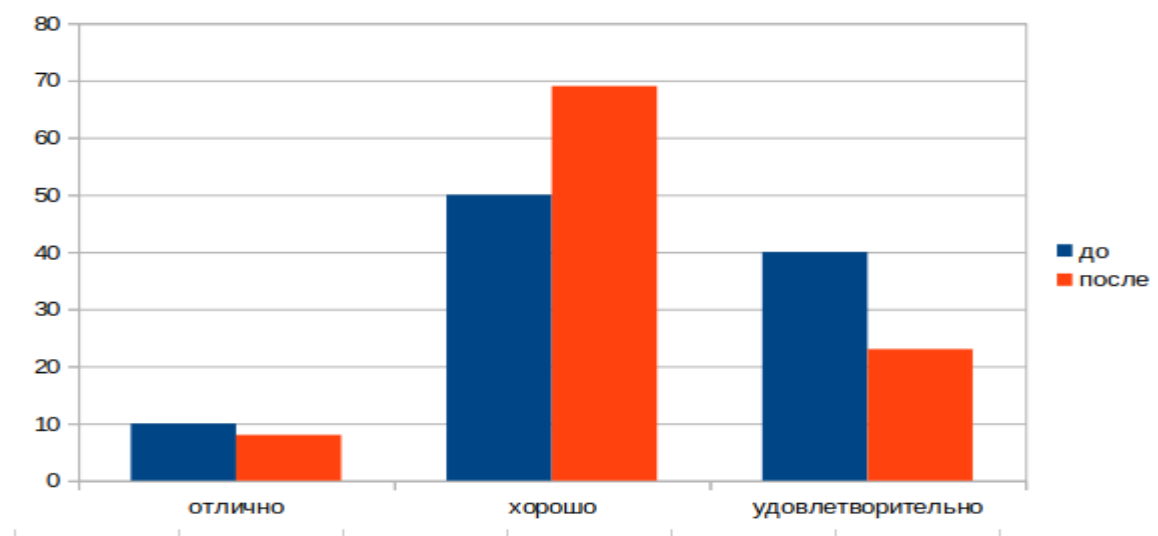


Рис. 3. Сравнение результатов ОГЭ по информатике до и после внедрения методики

Кроме определенных в образовательных стандартах целей изучения информатики, были достигнуты следующие: повышение интереса обучающихся музыкальных учебных заведений к предмету, закрепление знаний по теории музыки, развитие творческого потенциала и способности личности к креативному мышлению.

Ссылки на источники / References

1. UNESCO Framework on Culture and Arts Education, CLT-ED/WCCAE2024/1. – URL: <https://www.unesco.org/en/programmeanddocuments>
2. Decisions adopted by the Executive Board at its 211th session, 211 EX/DECISIONS + ADD, Paris, 21 May 2021. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377290>
3. Красильников И. М. Современное состояние и перспективы развития музыкального образования в отечественной общеобразовательной школе // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2024. – Т. 1. – № 1. – С. 24–38.
4. Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 22.06.2024) Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования». – URL: <http://government.ru/docs/all/115042/>
5. Петренко Н. В., Лучин В. Л. Развитие изобретательского мышления студентов университета в процессе изучения естественно-научных дисциплин // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2024. – № 7 (июль). – С. 332–346. – URL: <http://e-koncept.ru/2024/241122.htm>
6. Benet M., Albulescu I., Simion A. Pedagogy of creativity: self-expression of students through music and programming // Education, reflection, development – ERD 2022 / eds. I. Albulescu, K. Stan. – 2023. – Vol. 6. European studies in the field of pedagogy. – P. 306–321. DOI: 10.15405/epes.23056.28.
7. Muirhead B. Utilizing creative pedagogy // Journal on Educational Psychology. – 2011. – 4 (4). – P. 1–10.
8. Banut M., Albulescu I., Simion A. Digitalisation of the Process of Learning Music Theory Starting with Primary Education // Information and Communication Technologies in the Musical Field (ICTMF). – 2023. – Vol. 14. – Is. 2. – P. 7–19. DOI: 10.15405/epes.23056.28.
9. Усенова А. К., Кусаинова А. А. Формирование музыкально-компьютерных навыков студентов как научная проблема // Актуальные проблемы науки и образования: материалы Международного форума, Екатеринбург, 12–13 декабря 2022 года. Ч. 1. – Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2023. – С. 192–197.

10. Горбунова И. Б., Маврина В. Ю. Развитие творческого потенциала будущих программистов в процессе обучения музыке // Антропологическая дидактика и воспитание. – 2022. – Т. 5. – № 6. – С. 81–92.
11. Laato S., Rauti S., Sutinen E. The Role of Music in 21st Century Education-Comparing Programming and Music Composing // 2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). – Tartu, Estonia, 2020. – P. 269–273. DOI: 10.1109/ICALT49669.2020.00088/
12. Gazzano A. Japan's programming education: a critical focus on music in elementary schools // Arts Education Policy Review. – 2021. – 125. – P. 1–13. DOI: 10.1080/10632913.2021.1974996.
13. Пирогов В. Ю., Попова Е. И. Некоторые вопросы преподавания программирования // Мир науки. Педагогика и психология. – 2019. – Т. 7. – № 6. – С. 31.
14. Форшаков А. Д., Котилевец И. Д., Иванова И. А. Сравнительный анализ языков программирования, используемых для работы с музыкой и музыкальными сэмплами // Хроники цифровых трансформаций: материалы межкафедрального круглого стола, Москва, 19–26 мая 2022 года. Вып. 4. – Волгоград: ИП Черняева Юлия Игоревна (Издательский дом «Сириус»), 2022. – С. 145–150.
15. Koutsomichalis M. Mapping and visualization with Supercollider. – Packt Publishing Ltd, 2013. – 321 p.
16. Герасимова А. Г., Виноградов Д. С. Роль программирования в музыкальной индустрии // Современное высшее образование в условиях многополярного мира: электронный сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 14 декабря 2022 года. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева, 2022. – С. 86–91.
17. Ананин Н. С. Среда визуального программирования Max/MSP в Ableton Live // Инновации в науке и практике: сб. науч. ст. по материалам XII Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 05 мая 2023 года. Ч. 3. – Уфа: ООО «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2023. – С. 204–208.
18. Конькова А. Е., Шадрин Н. Н. Создание музыкального инструмента на Java. Midi-интерфейс // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Улан-Удэ, 01 июля 2021 года. – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2021. – С. 96–100.
19. Lavy I. Learning programming fundamentals via music // Research Anthology on Music Education in the Digital Era. – 2022. – P. 115–134. DOI: 10.4018/978-1-6684-5356-8.ch008.
20. Ельсуков Д. А. Python – язык программирования // Экономика и социум. – 2021. – № 11-1 (90). – С. 982–985.
21. Наянова А. А. Изучение языка программирования Python в школьном курсе информатики и ИКТ // Дни науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых: сб. материалов заоч. науч.-практ. конференций, Владимир, 15–30 апреля 2020 года. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2020. – С. 2087–2092.
22. Еремин Е. А. О трудностях применения языка Питон в образовании // Наука и образование в обеспечении устойчивого развития человеческого потенциала в условиях перехода к цифровой экономике: материалы X Российской с междунар. участием науч.-практ. конф., Пермь, 23–24 мая 2023 года. – Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, 2023. – С. 25–31.
23. Еремин Е. А. О трудностях применения языка Питон в образовании.
24. Horn M. S., West M., Roberts C. Introduction to Digital Music with Python Programming // Learning Music with Code. – Routledge Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN, 2022. – 279 p.
25. Müller M. Fundamentals of Music Processing Audio, Analysis, Algorithms, Applications. – 2015, XXIX. – 487 p.
26. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика. 7–9 классы (базовый уровень). – М.: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт стратегии развития образования. – 2023. – URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/15_ФРП-Информатика-7-9-классы_база.pdf
27. Примерная рабочая программа среднего общего образования. Информатика. 10–11 классы (базовый уровень). – М.: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт стратегии развития образования. – 2022. – URL: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/5b9b0b509bdd897a3768426942ca5857.pdf>
28. Droettboom M., Fujinaga I. Interpreting the semantics of music notation using an extensible and object-oriented system // Peabody Conservatory of Music. – Johns Hopkins University, Baltimore, MD, 2001. – URL: <http://droettboom.com/papers/python-paper.pdf>
29. Самохвалов Э. Н., Ревунков Г. И., Гапанюк Ю. Е. Введение в проектирование и разработку интернет-приложений. Ч. I. Электронное учебное издание. – М.: МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2017. – 260 с.
30. Маркушевич М., Краснов А. Несостоятельность принципа инвариантности методики обучения информатики в основной школе относительно программного и аппаратного обеспечения // Объединённая конференция «СПО: от обучения до разработки»: сб. тез. конф., Переславль-Залесский, 19–22 мая 2022 года. – М.: ООО «МАКС Пресс», 2022. – С. 17–20.
31. Вахромеев В. А. Элементарная теория музыки. – М.: Музыка, 1961. – 256 с.

32. Овчинников П. Л. Духовые инструменты и формирование стилистики оркестрового звука в творчестве Гленна Миллера // Актуальные вопросы исполнительства и методики обучения игре на духовых и ударных инструментах: традиции и инновации: материалы Всерос. межвуз. науч.-метод. конф. К 140-летию со дня рождения основоположника военно-дирижерского образования, профессора Московской государственной консерватории им. П. И. Чайковского Владислава Михайловича Блажевича, Москва, 22 апреля 2021 года. – М.: Военный университет, 2021. – С. 105–108.
-
1. “UNESCO Framework on Culture and Arts Education”, CLT-ED/WCCAE2024/1. Available at: <https://www.unesco.org/en/programmeanddocuments> (in English).
 2. “Decisions adopted by the Executive Board at its 211th session”, 211 EX/DECISIONS + ADD, Paris, 21 May 2021. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377290> (in English).
 3. Krasil'nikov, I. M. (2024). “Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya muzykal'nogo obrazovaniya v otechestvennoj obshcheobrazovatel'noj shkole” [Current condition and prospects for the development of musical education in the domestic comprehensive school], *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*, t. 1, № 1, pp. 24–38 (in Russian).
 4. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 26.12.2017 № 1642 (red. ot 22.06.2024) Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii “Razvitie obrazovaniya”* [Decree of the Government of the Russian Federation dated December 26, 2017 No. 1642 (as amended on 06/22/2024) On Approval of the State Program of the Russian Federation “Development of Education”]. Available at: <http://government.ru/docs/all/115042/> (in Russian).
 5. Petrenko, N. V., & Luchin, V. L. (2024). “Razvitie izobretatel'skogo myshleniya studentov universiteta v processe izucheniya estestvenno-nauchnykh discipline” [Development of university students' inventive thinking in the process of studying natural sciences], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal “Koncept”*, № 7 (iyul'), pp. 332–346. Available at: <http://e-koncept.ru/2024/241122.htm> (in Russian).
 6. Benet, M., Albulescu, I., & Simion, A. (2023). “Pedagogy of creativity: self-expression of students through music and programming”, in Albulescu, I., & Stan, K. (eds.). *Education, reflection, development – ERD 2022*, vol. 6. European studies in the field of pedagogy, pp. 306–321. DOI: 10.15405/epes.23056.28 (in English).
 7. Muirhead, B. (2011). “Utilizing creative pedagogy”, *Journal on Educational Psychology*, 4 (4), pp. 1–10 (in English).
 8. Banut, M., Albulescu, I., & Simion, A. (2023). “Digitalisation of the Process of Learning Music Theory Starting with Primary Education”, *Information and Communication Technologies in the Musical Field (ICTMF)*, vol. 14, is. 2, pp. 7–19. DOI: 10.15405/epes.23056.28 (in English).
 9. Usenova, A. K., & Kusainova, A. A. (2023). “Formirovanie muzykal'no-komp'yuternykh navykov studentov kak nauchnaya problema” [Development of students' musical and computer skills as a scientific problem], *Aktual'nye problemy nauki i obrazovaniya: materialy Mezhdunarodnogo foruma, Ekaterinburg, 12–13 dekabrya 2022 goda. Ch. 1*, Ural'skij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet, Ekaterinburg, pp. 192–197 (in Russian).
 10. Gorbunova, I. B., & Mavrina, V. Yu. (2022). “Razvitie tvorcheskogo potentsiala budushchih programmistov v processe obucheniya muzyke” [Developing the creative potential of future programmers in the process of learning music], *Antropologicheskaya didaktika i vospitanie*, t. 5, № 6, pp. 81–92 (in Russian).
 11. Laato, S., Rauti, S., & Sutinen, E. (2020). “The Role of Music in 21st Century Education-Comparing Programming and Music Composing”, *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Tartu, Estonia, pp. 269–273. DOI: 10.1109/ICALT49669.2020.00088/ (in English).
 12. Gazzano, A. (2021). “Japan's programming education: a critical focus on music in elementary schools”, *Arts Education Policy Review*, 125, pp. 1–13. DOI: 10.1080/10632913.2021.1974996 (in English).
 13. Pirogov, V. Yu., & Popova, E. I. (2019). “Nekotorye voprosy prepodavaniya programmirovaniya” [Some issues of teaching programming], *Mir nauki. Pedagogika i psihologiya*, t. 7, № 6, p. 31 (in Russian).
 14. Forshakov, A. D., Kotilevec, I. D., & Ivanova, I. A. (2022). “Sravnitel'nyj analiz yazykov programmirovaniya, ispol'zue-mykh dlya raboty s muzykoj i muzykal'nymi semplami” [Comparative Analysis of Programming Languages Used to Work with Music and Music Samples], *Hroniki cifrovyyh transformacij: materialy mezhkafedral'nogo kruglogo stola, Moskva, 19–26 maya 2022 goda. Vyp. 4*, IP Chernyaeva Yuliya Igorevna (Izdatel'skij dom “Sirius”), Volgograd, pp. 145–150 (in Russian).
 15. Koutsomichalis, M. (2013). *Mapping and visualization with Supercollider*, Packt Publishing Ltd, 321 p. (in English).
 16. Gerasimova, A. G., & Vinogradov, D. S. (2022). “Rol' programmirovaniya v muzykal'noj industrii” [The Role of Programming in the Music Industry], *Sovremennoe vysshee obrazovanie v usloviyah mnogopolyarnogo mira: elektronnyj sb. st. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Cheboksary, 14 dekabrya 2022 goda*, Chuvashskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. I. Ya. Yakovleva, Cheboksary, pp. 86–91 (in Russian).
 17. Anan'in, N. S. (2023). “Sreda vizual'nogo programmirovaniya Max/MSP v Ableton Live” [Visual programming environment Max/MSP in Ableton Live], *Innovacii v nauke i praktike: sb. nauch. st. po materialam XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Ufa, 05 maya 2023 goda. Ch. 3*, OOO “Nauchno-izdatel'skij centr “Vestnik nauki”, Ufa, pp. 204–208 (in Russian).

18. Kon'kova, A. E., & Shadrina, N. N. (2021). "Sozdanie muzykal'nogo instrumenta na Java. Midi-interfejs" [Creating a Musical Instrument in Java. Midi Interface], *Informacionnye sistemy i tekhnologii v obrazovanii, nauke i biznese: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, Ulan-Ude, 01 iyulya 2021 goda*, Buryatskij gosudarstvennyj universitet imeni Dorzhi Banzarova, Ulan-Ude, pp. 96–100 (in Russian).
19. Lavy, I. (2022). "Learning programming fundamentals via music", *Research Anthology on Music Education in the Digital Era*, pp. 115–134. DOI: 10.4018/978-1-6684-5356-8.ch008 (in English).
20. El'sukov, D. A. (2021). "Python – yazyk programmirovaniya" [Python - a programming language], *Ekonomika i sotsium*, № 11-1 (90), pp. 982–985 (in Russian).
21. Nayanova, A. A. (2020). "Izuchenie yazyka programmirovaniya Python v shkol'nom kurse informatiki i IKT" [Learning Python programming language in school computer science and ICT course], *Dni nauki studentov Vladimirsogo gosudarstvennogo universiteta imeni Aleksandra Grigor'evicha i Nikolaya Grigor'evicha Stoletovyh: sb. materialov zaoch. nauch.-prakt. konferencij, Vladimir, 15–30 aprelya 2020 goda*, Vladimirskij gosudarstvennyj universitet imeni Aleksandra Grigor'evicha i Nikolaya Grigor'evicha Stoletovyh, Vladimir, pp. 2087–2092 (in Russian).
22. Eremin, E. A. (2023). "O trudnostyah primeneniya yazyka Piton v obrazovanii" [On the difficulties of using Python in education], *Nauka i obrazovanie v obespechenii ustojchivogo razvitiya chelovecheskogo potentsiala v usloviyah perekhoda k cifrovoj ekonomike: materialy X Rossijskoj s mezhdunar. uchastiem nauch.-prakt. konf., Perm', 23–24 maya 2023 goda*, Permskij gosudarstvennyj gumanitarno-pedagogicheskij universitet, Perm', pp. 25–31 (in Russian).
23. Ibid.
24. Horn, M. S., West, M., & Roberts, C. (2022). "Introduction to Digital Music with Python Programming", *Learning Music with Code*, Routledge Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN, 279 p. (in English).
25. Müller, M. (2015). "Fundamentals of Music Processing Audio", *Analysis, Algorithms, Applications*, XXIX, 487 p. (in English).
26. (2023). *Federal'naya rabochaya programma osnovnogo obshchego obrazovaniya. Informatika. 7–9 klassy (bazovyy uroven')* [The federal work program of basic general education. Computer science. Grades 7-9 (basic level)], Moscow Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie Institut strategii razvitiya obrazovaniya. Available at: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/15_FRP-Informatika-7-9-klassy_baza.pdf (in Russian).
27. (2022). *Primernaya rabochaya programma srednego obshchego obrazovaniya. Informatika. 10–11 klassy (bazovyy uroven')* [Sample work program of secondary general education. Computer science. 10-11 grades (basic level)], Moscow Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie Institut strategii razvitiya obrazovaniya. Available at: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/5b9b0b509bdd897a3768426942ca5857.pdf> (in Russian).
28. Droettboom, M., & Fujinaga, I. (2001). "Interpreting the semantics of music notation using an extensible and object-oriented system", *Peabody Conservatory of Music, Johns Hopkins University*, Baltimore, MD. Available at: <http://droettboom.com/papers/python-paper.pdf> (in English).
29. Samohvalov, E. N., Revunkov, G. I., & Gapanyuk, Yu. E. (2017). *Vvedenie v proektirovanie i razrabotku internet-prilozhenij* [Introduction to Web Application Design and Development]. Ch. I. *Elektronnoe uchebnoe izdanie*, MGTU imeni N. E. Bauman, Moscow, 260 p. (in Russian).
30. Markushevich, M., & Krasnov, A. (2022). "Nesostoyatel'nost' principa invariantnosti metodiki obucheniya informatiki v osnovnoj shkole otnositel'no programmno i apparatnogo obespecheniya" [The failure of the invariance principle of the methodology of teaching computer science in basic school in relation to software and hardware], *Ob"edinyonnaya konferenciya "SPO: ot obucheniya do razrabotki": sb. tez. konf., Pereslavl'-Zalesskij, 19–22 maya 2022 goda*, OOO "MAKS Press", Moscow, pp. 17–20 (in Russian).
31. Vahromeev, V. A. (1961). *Elementarnaya teoriya muzyki* [Elementary Music Theory], Muzyka, Moscow, 256 p. (in Russian).
32. Ovchinnikov, P. L. (2021). "Duhovye instrumenty i formirovanie stilistiki orkestrnogo zvuka v tvorchestve Glenna Millera" [Wind instruments and the formation of the style of orchestral sound in the works of Glenn Miller], *Aktual'nye voprosy ispolnitel'stva i metodiki obucheniya igre na duhovyyh i udarnyyh instrumentah: tradicii i innovacii: materialy Vseros. mezhvuz. nauch.-metod. konf. K 140-letiyu so dnya rozhdeniya osnovopolozhnika voenno-dirizherskogo obrazovaniya, professora Moskovskoy gosudarstvennoj konservatorii im. P. I. Chajkovskogo Vladislava Mihajlovicha Blazhevicha, Moskva, 22 aprelya 2021 goda*, Voennyj universitet, Moscow, pp. 105–108 (in Russian).