

ЧЕБЫШЕВСКИЙ СБОРНИК

Том 22. Выпуск 1.

УДК 517

DOI 10.22405/2226-8383-2021-22-1-27-56

Академику А. Л. Семенову – 70 лет¹

Т.А. Рудченко, С.Ф. Сопрунов, А.Ю. Уваров (г. Москва)

Татьяна Александровна Рудченко — научный сотрудник, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга ФИЦ ИУ РАН (г. Москва).

e-mail: rudchenko1@yandex.ru

Сергей Фёдорович Сопрунов — кандидат физико-математических наук, Центр педагогического мастерства Департамента образования и науки Москвы, Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга ФИЦ ИУ РАН (г. Москва).

e-mail: soprunov@mail.ru

Александр Юрьевич Уваров — доктор педагогических наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга ФИЦ ИУ РАН (г. Москва).

e-mail: alexander.yu.uvarov@gmail.com

Аннотация

Статья посвящена 70-летию юбилею Алексея Львовича Семенова, видного российского математика и деятеля российского образования. В статье приведены биографические сведения и дан обзор профессиональной деятельности академика РАН и РАО А. Л. Семенова – как в области математики и теоретической информатики, так и в других важных областях деятельности А. Л. Семенова: поддержки и развития школьного математического образования, исследования проблем цифровой трансформации образования, обновления содержания образования в начальной и средней школе, а также профессионального педагогического образования.

Ключевые слова: академик А. Л. Семенов, теория определимости, разрешимые теории, цифровая трансформация образования, школьная математика.

Библиография: 46 названий.

Для цитирования:

Т. А. Рудченко, С. Ф. Сопрунов, А. Ю. Уваров. Академику А. Л. Семенову – 70 лет // Чебышевский сборник, 2021, т. 22, вып. 1, с. 27–56.

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 19-29-14152, 19-29-14167, 19-29-14199).

CHEBYSHEVSKII SBORNIK

Vol. 22. No. 1.

UDC 517

DOI 10.22405/2226-8383-2021-22-1-27-56

70 year jubilee of academician Alexei L. Semenov

Т.А. Rudchenko, S.F. Soprunov, A.Yu. Uvarov (Moscow)

Tatyana Alexandrovna Rudchenko — research associate, Alex Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing FRC SCS of the Russian Academy of Sciences (Moscow).

e-mail: rudchenko1@yandex.ru

Sergey Fedorovich Soprunov — candidate of physical and mathematical sciences, Center for pedagogical excellence, Alex Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing FRC SCS of the Russian Academy of Sciences (Moscow).

e-mail: soprunov@mail.ru

Alexander Yurievich Uvarov — doctor of pedagogical sciences, National research university «Higher School of Economics», Alex Berg Institute of Cybernetics and Educational Computing FRC SCS of the Russian Academy of Sciences (Moscow).

e-mail: alexander.yu.uvarov@gmail.com

Abstract

The article is devoted to the 70th anniversary of Alexey Lvovich Semenov, a prominent Russian mathematician and figure of Russian education. The article provides biographical information and an overview of the professional activities of academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Education, A. L. Semenov – both in the fields of mathematics and theoretical informatics, and in other important areas of A.L. Semenov’s activity: support and development of school mathematical education, research on issues of the digital transformation of education, upgrading the content of education in primary and secondary schools, as well as professional teacher education.

Keywords: academician A. L. Semenov, definability theory, solvable theories, digital transformation of education, school mathematics.

Bibliography: 46 titles.

For citation:

Rudchenko, T. A., Soprunov, S. F., Uvarov A. Yu., 2021, "70 years jubilee of academician Alexei L. Semenov", *Chebyshevskii sbornik*, vol. 22, no. 1, pp. 27–56.

1. Введение

13 октября 2020 года исполнилось 70 лет видному российскому математику, деятелю российского образования Алексею Львовичу Семенову.

А. Л. Семенов родился в Москве в семье инженеров – выпускников Московского энергетического института, Евгении Тихоновны, ставшей одним из ведущих участников создания первой отечественной серийной ЭВМ «Стрела», и Льва Афанасьевича – впоследствии главного конструктора СВЧ-техники для радиолокации.

Ключевую роль в судьбе А. Л. Семенова сыграло дополнительное образование – школьный кружок по радиотехнике Николая Николаевича Путятин [1], который проводился в здании бывшей Церкви священномученика Власия (сейчас восстановленной [2]), и математический

кружок Николая Николаевича Константинова [3], занятия которого проходили в Зоологическом музее МГУ на ул. Герцена [4]. Вели занятия студенты мехмата МГУ Давид Бернштейн и Аскольд Хованский. В девятый класс московской 7-й школы, где Бернштейн и Хованский вели курс математики, Семенов поступил в 1965 году. В его классе учились В.И. Беликов, О.Н. Вендрова, Ю.Ю. Гурьев, А.И. Маршак.

Школу Семенов закончил с золотой медалью и в 1967 году поступил на мехмат МГУ. Среди его мехматских друзей – Г.П. Амирджанов, А.А. Болибрух [5], В.А. Варданян. Со многими школьными и университетскими друзьями он сохранил отношения и в последующие годы.

На третьем курсе А.Л. Семенов познакомился со своим научным руководителем – учеником П.С. Новикова, Альбертом Абрамовичем Мучником (1934–2019, [6]), широко эрудированным математиком, получившим известность, когда он в 19 лет решил Проблему Поста о существовании неразрешимого, перечислимого множества, к которому не сводится любое перечислимое. Дружеские отношения с А.А. Мучником и его семьей (женой – Надеждой Митрофановной Ермолаевой, сыновьями – Андреем и Ильей) сохранились и в дальнейшем. Андрей Мучник (1958–2007, [7]), ставший учеником Семенова, сыграл важную роль в его научной биографии, как и в истории кафедры математической логики МГУ; ряд важных результатов Семенова и других членов кафедры был получен в соавторстве с Ан. Мучником, некоторые результаты Андрея были получены им в связи с результатами или постановками Семенова. Дальше в тексте ссылки на Альберта Мучника выглядят как «А.А. Мучник», на Андрея Мучника – как «Ан. Мучник» или «Ан. А. Мучник».

2. Математика

2.1. Задачи Альберта Мучника

А.А. Мучник поставил перед Семеновым несколько задач, которые и сформировали его интересы в период студенчества и аспирантуры. Первая публикация Семенова, представленная П.С. Новиковым в Доклады АН СССР в 1972 г. [8], содержала доказательство разрешимости проблемы эквивалентности для однозначных контекстно-свободных грамматик. Этот результат развивал предложенную А.А. Мучником идею использовать представление языков, порождаемых грамматиками с помощью степенных рядов над полем действительных чисел. Результат Семенова послужил отправной точкой для исследований А. Саломая и М. Соиттолы [9]; в 1989 г., когда стали возможными поездки на Запад, А. Саломая пригласил А.Л. Семенова на пару месяцев профессором в Университет Турку.

В 1973 г. А.Л. Семенов решил следующую проблему Амара и Путцолы из области комбинаторики слов, предложенную ему А.А. Мучником. Пусть линейная грамматика (недетерминированный конечный автомат) порождает из одного центра цепочку символов в две стороны, с фиксированным отношением k количества символов, возникающих справа и слева от центра. Порождаемый такой грамматикой язык называется k -линейным. Вопрос Амара и Путцолы состоял в том, будет ли язык, k -линейный при двух разных рациональных k , регулярным, то есть порождаемым недетерминированным конечным автоматом, у которого символы возникают только с одной стороны. Семенов дал положительный ответ на этот вопрос.

Следующая задача А.А. Мучника по формулировке несколько напоминала предыдущую. Конечный автомат, получающий на вход несколько лент, на которых записаны числа в n -ичной системе счисления, определяет отношение на натуральных числах. В частности, любое отношение, определяемое в структуре сложения натуральных чисел, таково при любом n . При этом автомат может распознавать и другие отношения, например, автомат, работающий в девятеричной системе счисления, может распознавать степени тройки или числа 27. Пусть некоторое отношение определяется автоматами, работающими в n -ичной и в m -ичной системе

счисления, причем числа n и m не являются степенями одного и того же числа. Предположение Мучника состояло в том, что тогда отношение будет выразимо через сложение. В случае одноместных отношений это утверждение было доказано Аланом Кобхэмом (Alan Cobham) в его работе 1969 года [10]. А. Л. Семенову удалось доказать это для любых отношений (Теорема Кобхэма – Семенова). Андрей Мучник впоследствии предложил альтернативное доказательство этого результата Семенова, используя введенное им понятие самоопределимости (самовыразимости) ([11]), подробнее см. [12].

2.2. Определимость и разрешимость для теорий числовых структур

Слово «теория» в математической логике используется как математическое понятие – это «множество утверждений, записанных на каком-то логическом языке, выводимых из какой-то системы аксиом по каким-то правилам». Другим пониманием является «множество утверждений, записанных в каком-то логическом языке, истинных в данной структуре». В обзоре работ А. Л. Семенова мы будем использовать только второе понимание.

Кроме того, мы будем говорить об определимости отношений в некотором логическом языке. Самый распространенный логический язык, который можно использовать для определения отношений на некотором фиксированном множестве – универсуме, – это язык логики отношений, иначе – язык логики первого порядка, или элементарный язык. В нем используются логические связки, символы для переменных объектов и кванторы по этим переменным. Объекты при этом интерпретируются как пробегающие универсум. К этим символам добавляются символы отношений с различным количеством аргументов, интерпретируемые как фиксированные отношения на универсуме. Формула языка с n свободными переменными определяет n -местное отношение на универсуме. Говоря об определимости, мы будем подразумевать именно это понятие «определять».

Можно, однако, рассмотреть язык, расширенный символами для переменных одноместных отношений на универсуме и кванторами для этих переменных. Такой язык называется *монадическим языком*. К монадическому языку, как и в случае элементарного языка, добавляют нелогические символы отношений, интерпретируемые как конкретные фиксированные отношения на универсуме. Формула этого языка, если она не содержит свободных переменных для объектов, но содержит n свободных переменных для отношений, определяет n -местное отношение на одноместных отношениях на универсуме, другими словами, n -местное отношение на подмножествах универсума. Если же интерпретировать символы одноместных отношений только как конечные подмножества, то получаем слабый монадический язык и соответствующее понятие определимости.

Таким образом, наряду с «простой» определимостью отношений на некотором универсуме, мы получаем понятия монадической и слабой монадической определимости на подмножествах и конечных подмножествах универсума. Наряду с определимостью естественно рассмотреть и вопрос о разрешимости возникающих монадических и слабо монадических теорий структур.

Рассмотрим простейший случай – натуральные числа с исходным отношением следования $y = x + 1$. Конечные подмножества натуральных чисел можно кодировать цепочками нулей и единиц (единицы на местах, принадлежащих множеству). Множество цепочек из нулей и единиц естественно рассматривать как структуру с двумя следованиями – дописыванием в конце цепочки символа 0 и 1. Заметим, что произвольное множество можно рассматривать как сверхслово, то есть бесконечное слово из нулей и единиц. (Конечно, сверхслова бывают и не двоичными.)

Таким образом, можно говорить о задании (определимости) отношений на натуральных числах конечными автоматами, об определимости отношений на конечных множествах в слабом монадическом языке следования натуральных чисел и определимости отношений на двоичных цепочках в структуре двух следований. Швейцарский (потом американский) матема-

тик, ученик Пола Бернайса и Саундерса Маклейна Ричард Бюхи (Julius Richard Büchi) на рубеже 1960-х гг. установил эквивалентность (в некотором естественном смысле) этих трех понятий определимости. Исходя из конструктивности операций с конечными автоматами, отвечающих логическим операциям, включая квантификацию, Бюхи получил теорему о разрешимости возникающих элементарных и слабо монадических теорий (ряд результатов здесь принадлежит ученику Бюхи – Лоренсу Ландвеберу). Отсюда получается и разрешимость теории сложения целых чисел, которая была доказана Мозесом Пресбурггером в 1928 г. и относится к первым классическим результатам математической логики.

Калвин Элгот и Майкл Рабин в работе [13] показали, что результат Бюхи допускает усиление. К структуре следования натуральных чисел можно добавить или одноместное отношение, задающее все степени какого-то натурального числа, или все натуральные числа в данной степени, или все значения факториала. В результате будут получаться структуры с разрешимой монадической теорией. (Указанные Элготом и Рабином примеры – частные случаи применения полученного ими необходимого условия.) В то же время Элгот и Рабин установили, что добавление одноместных функций в широком классе случаев делает монадическую теорию неразрешимой. Они поставили вопрос о существовании максимальных разрешимых теорий. В слабо монадическом случае этот вопрос получил отрицательный ответ в работе Сопрунова [14].

Идея доказательства разрешимости в работе Элгота и Рабина состоит в том, что состояние любого фиксированного конечного автомата после прочтения последовательности нулей определяется его состоянием в начале этой последовательности и остатком от деления длины этой последовательности на некоторое фиксированное для данного автомата число. Таким образом, сверхслово оказывается «периодическим» относительно произвольного автомата. Возможность эффективного перехода к соответствующему периодическому сверхслову и дает разрешимость теории. Конечно, описанная конструкция не охватывает многих интересных ситуаций, в частности, ученик Бюхи Дирк Зифкес (Dirk Siefkes) в работе 1971 г. [15] поставил проблему выяснения разрешимости монадической теории для сверхслова W , задаваемого как знак синуса натурального числа. Как и указанные Элготом и Рабином естественные примеры числовых множеств, конкретный пример Зифкеса интересен не только сам по себе, но и как представитель важного класса. Таким классом являются почти периодические сверхслова. Почти периодичность сверхслова означает, что всякое слово, входящее в сверхслово бесконечное количество раз, обязательно входит на каждом отрезке фиксированной, зависящей от слова, длины. Почти периодичность является основным свойством для символической динамики. Можно сказать, что мы, измеряя состояние какой-то физической системы в последовательные моменты времени, обязательно получаем почти периодическую последовательность – не надо ждать произвольно долго, чтобы какая-то конечная цепочка измерений повторилась. Основным результатом Семенова в данной области, опубликованный в [16], состоит в том, что при условии вычислимости символической траектории и ее эффективной почти периодичности, получаемая монадическая теория разрешима, т. е. есть эффективный алгоритм, отвечающий на любые вопросы о динамической системе, формулируемые в терминах измерения ее состояний и следования моментов времени и использующие переменные одноместные отношения и кванторы по ним.

Еще один круг результатов Семенова относится к разрешимости теорий, получаемых добавлением к арифметике сложения натуральных чисел одноместных функций. Как показал еще Хилари Патнэм [17], добавление нетривиального многочлена приводит к неразрешимости. Результат А. Л. Семенова состоит в том, что если брать более быстро растущие функции, например, экспоненту с целым основанием, или факториал, то получаются разрешимые теории.

2.3. Решетки определенности

Приведенный выше вопрос Элгота и Рабина о максимальных структурах с разрешимой теорией является примером вопроса из общей теории определенности. Внимание А. Л. Семенова к этим вопросам также привлек его учитель А. А. Мучник, спросивший, какова структура «обеднений» арифметики сложения целых чисел. Это привело к серии исследований А. Л. Семенова, С. Ф. Сопрунова, при участии Ан. А. Мучника, которые подробно освещены в публикации [12], где, в частности, говорится о подходе Ан. Мучника к доказательству теоремы Кобхэма – Семенова, приведшем Ан. Мучника к понятию самоопределенности. Доказательства Семенова и существенно более короткое доказательство Мучника послужили источником для ряда работ европейских математиков.

2.4. Колмогоровская сложность

Интерес А. Л. Семенова к колмогоровской сложности связан, с одной стороны, с его работой совместно с В. А. Успенским над докладом на конференции «Алгоритмы в современной математике и ее приложениях» в г. Ургенче, Узбекской ССР в сентябре 1979 г. по приглашению А. П. Ершова, с другой стороны, с приходом на кафедру математической логики ее заведующего (после А. А. Маркова) Андрея Николаевича Колмогорова, который предложил Семенову совместное ведение семинара, который теперь называется Колмогоровским. По инициативе Ан. А. Мучника в конце 1990-х гг. А. Л. Семенов вместе с ним вернулся к проблематике колмогоровской сложности.

Колмогоров начал свои исследования в данной области с фундаментального вопроса о применимости законов теории вероятностей к явлениям реального мира. Колмогоров предложил следующий подход к этому вопросу: последовательность, полученная достаточным количеством испытаний, имеет большую колмогоровскую сложность. Отсюда можно вывести, что она с хорошей точностью удовлетворяет закону больших чисел. Более того, то же самое верно для любой ее достаточно длинной подпоследовательности, отобранной алгоритмом малой колмогоровской сложности (отбирающему алгоритму разрешается читать члены последовательности в любом порядке и принимать решение об отборе непрочитанных членов на основе значений прочитанных). Вопрос о точном соотношении сложности исходной последовательности, сложности отбирающего алгоритма и степени выполнения для отобранной подпоследовательности закона больших чисел был поставлен Колмогоровым в его работе [18], начавшей исследования, теперь относящиеся к «Колмогоровской теории сложности». Через 20 лет в предисловии к русскому переводу этой работы Колмогоров подчеркнул важность решения этого вопроса. Еще через 20 лет Ан. Мучник довел до логического завершения построения из исходной статьи и предложил путь, на котором проблема Колмогорова была решена в работах Мучника и Семенова (см. [19], [20], [21]). Указанная статья Колмогорова относилась к «комбинаторному» подходу к сложности (и случайности). В ней же он в нескольких фразах наметил и получивший дальнейшее развитие «алгоритмический» подход. Как оказалось, для «комбинаторных» теорем Колмогорова существуют «алгоритмические» аналоги (см. [20]), в определенном смысле завершающие программу, сформулированную Колмогоровым в основополагающей статье. Данные работы Мучника и Семенова были удостоены Премии им. А. Н. Колмогорова РАН в 2006 г.

А. Л. Семенов никогда не разрывал совсем связь с родной кафедрой математической логики (впоследствии – кафедрой математической логики и теории алгоритмов) мехмата МГУ и возглавил ее в 2018 г. Ряд его результатов последних лет был получен в коллективе МФТИ в рамках гранта РНФ 17-11-01377.

3. Вычислительная техника

Интерес А. Л. Семенова к электронике был связан с тем радиокружком, о котором было упомянуто вначале. Интерес к программированию и искусственному интеллекту возник благодаря его матери, Е. Т. Семеновой, [22], и включал работу по конструированию устройства, выделяющего в звуковых образах слов набора признаков, позволяющих распознавать небольшой словарь [23]. Первой программистской работой А. Л. Семенова была организация поиска конечных автоматов, решающих задачу о синхронизации цепи стрелков, затем было участие в реализации языков программирования Lisp, APL в группе Е. Т. Семенов и Д. А. Поспелова в МЭИ. Работа в направлении практического программирования возобновилась, когда в 1984 г. А. Л. Семенов был вынужден уйти из МГУ и перешел на работу в Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР (НСК) [24]. В создаваемом в составе этого совета Институте проблем кибернетики АН СССР Семенов начал работу по реализации эффективных параллельных вычислений в коллективе под руководством академика В. А. Мельникова, проектировавшем супер-ЭВМ «Электроника ССБИС». Завершение работ по созданию этого компьютера совпало с радикальными изменениями в стране и привело к фактическому свертыванию разработок. В 1993 г. не стало и их лидера – В. А. Мельникова.

В 2015 г. А. Л. Семенов в составе Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» создал Институт кибернетики и образовательной информатики им. А. И. Берга, в котором сегодня работает ряд сотрудников бывшего Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», созданного в 1959 г. академиком, адмиралом Акселем Ивановичем Бергом, «отцом» советской радиолокации, председателем Межведомственной комиссии по программированному обучению [25]. Институт продолжает традиции НСК.

4. Школьное образование

Обучение в школе «системы Константинова» оказало принципиальное влияние на становление А. Л. Семенова как математика.

Это обучение, как и его дальнейшая работа в этой школе и работа в вместе с Колмогоровым в «Колмогоровском интернате», дали исходный импульс для работы А. Л. Семенова в школьном образовании.

В 1985 г. А. Л. Семенов организовал коллектив, который под руководством академика А. П. Ершова при ключевом участии А. Г. Кушниренко, Г. В. Лебедева и А. Шеня создал первый отечественный учебник по информатике для всех школ страны [26]. Эта линия школьных учебников информатики продолжается по сей день.

По инициативе академика Е. П. Велихова с 1986 г. началась работа по созданию новой системы школьного образования в рамках ВНТК «Школа-1» [29]. В этом коллективе Семенов стал заместителем Е. П. Велихова. Данная работа опиралась, во-первых, на построение обучения детей всех возрастов на основе самостоятельного, в сотрудничестве с учителем и другими учениками, создания, изобретения, открытия чего-то (для учащегося) нового. Тем самым каждый ученик становился творцом, ученым, изобретателем. Развивая этот подход, А. Л. Семенов опирался на идеи деятельностного подхода, проектного и исследовательского методов обучения (Дьюи и Выготский, Эльконин и Давыдов, Скаткин и Лернер), на передовой опыт педагогов физико-математических и других специализированных школ, которые успешно готовили научно-техническую элиту нашей страны. Качественно новым здесь было широкое использование учеником цифровых технологий, которые стали входить в нашу жизнь вместе с персональными компьютерами: текстовые и графические редакторы, электронные таблицы, инструменты презентационной графики, цифровые фото- и видеокамеры, калькуляторы, цифровые датчики, навигаторы, зарождающийся интернет и т. д. Исследования, выполненные

коллективами ВНТК «Школа-1», заложили основу многих научно-практических и методических решений, которые вошли в практику работы школы в следующие десятилетия.

Семенов стал инициатором инновационного для конца 80-х годов прошлого века международного педагогического проекта «Школьная электронная почта» (NewYork – Moscow School Telecommunication Project).

Три десятка инновационных школ в Москве и штате Нью-Йорк получили передовое для своего времени оборудование (профессиональные компьютеры, модемы, принтеры, видеотелефоны), установили партнерские связи, а их старшеклассники вели совместные исследовательские проекты по физике и биологии, охране окружающей среды, изучению иностранных языков, страноведению, географии, проектированию школы будущего и др. Продолжением этого проекта стал I*EARN [27], в работе которого сегодня участвуют более 30 тысяч школ – более 2 млн. учащихся.

Еще один проект – это Московский детский клуб «Компьютер» [28]. Г. К. Каспаров, получив гонорар за очередную победу на международном турнире компьютерами, решил создать детский компьютерный клуб и пришел с этой идеей к академику Е. П. Велихову. Велихов поручил организацию Клуба Семенову. Семенов сумел получить для него помещение – сначала на Арбате, а затем на Рождественском бульваре – и пригласил для учреждения клуба прекрасного организатора, участника ВНТК «Школа-1», в дальнейшем компьютерного бизнесмена С. А. Пачикова. Е. Т. Семенова была одним из первых преподавателей Клуба.

Одним из условий успеха работы ВНТК «Школа-1» стало налаженное Семеновым международное сотрудничество с ведущими исследовательскими группами Симора Паперта (Seymour Papert, Media Lab, MIT) и Благовеста Сендова (Болгарская АН, Проблемная группа по образованию), Роберта Тинкера (Robert Tinker, TERC [30]). Следствиями этого сотрудничества стала разработка интерпретатора с языка LISP для отечественных школьных ЭВМ и плодотворная работа С. Ф. Сопрунова и его группы при участии Семенова над конструкционистским направлением в российском образовании: в качестве технической базы были взяты диалекты языка Лого, что соответствует Лого-философии Симора Паперта. В частности, была создана версия Лого, не требующая алфавитной грамотности, – ПервоЛого. В некоторые годы XX века нелегальные копии Лого можно было встретить почти на каждом школьном компьютере.

Направление развития школьного образования, заданное в работе ВНТК «Школа-1», было продолжено созданным А. Л. Семеновым и его коллегами Б. С. Беренфельдом и В. А. Носкиным Институтом новых технологий. Среди его итогов – публикации ЮНЕСКО: [31]–[37]. Институт был учреждением, работавшим по принципам некоммерческой организации, он разрабатывал решения для общего образования на основе философии конструкционизма и ее развития коллективом под руководством Семенова для страны. Средства, получаемые за счет поставки этих решений в регионы страны, инвестировались в новые разработки. Среди образовательных программных средств, созданных институтом, был первый в стране спелл-чекер Lingvo-Litera (руководителем этой разработки был Владимир Павлович Селегей), распространявшийся совместно с АBBYY, тысячи чертежей динамической геометрии «Живая геометрия» (русской адаптации Geometer's Sketchpad), «Кубики Никитина» (совместно с Френком Куном), методики применения образовательного LEGO в российской школе и еще десятки других продуктов.

К тому же периоду относится начало работ А. Л. Семенова и его коллег – математиков и лингвистов – над школьным курсом, позиционировавшемся как интегрированный курс «Язык, математика, информатика» (первый выпуск тетради этого курса хранится в РГБ [38]). Этот курс строится начиная с первого класса (а используется и в более младшем возрасте), исходя из принципов наглядности, самостоятельного открытия учащимися математики. Исходными объектами являются наглядные объекты современной «конечной» математики – цепочки

и совокупности (мешки, мультимножества), таблицы. Учащиеся сами строят формальные и неформальные алгоритмы, игровые стратегии и т. п. Первые красочные тетради курса вышли в 1988 году, в их разработке принимала участие А. К. Поливанова. С 1991 года тетради использовались в экспериментальном классе в московской школе № 57, где учителем была Е. И. Булин-Соколова, также принимавшая участие в создании курса. В 1999 году в издательстве «Просвещение» начал издаваться отдельный курс информатики для начальной школы (авт. А. Л. Семенов, Т. А. Рудченко, [39], [40]), который включил в себя основные наработки этого интегрированного курса: давал новую точку зрения на содержание основных дисциплин начальной школы и использовал в качестве примеров и объектов элементы из этих дисциплин — языка, математики и окружающего мира.

В 2009 г. был принят и действует сейчас Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) для начальной школы. В его положениях нашла отражение практика работы школ по учебникам, созданным под руководством А. Л. Семенова, как и разработанные под его руководством подходы к применению цифровых технологий в образовании. В 2010 году стартовала работа по созданию нового интегрированного курса «Математика и информатика» (С. Посицельский, М. Посицельская и др. [41]). Работа над этим курсом продолжается до сих пор – сейчас происходит его доработка по результатам апробации в школе, также планируется создание новой цифровой интерактивной версии курса.

Работа коллективов А. Л. Семенова со школами была замечена руководителем московского образования Л. П. Кезиной, которая в августе 1993 г. предложила ему место ректора Московского института повышения квалификации работников образования, в дальнейшем преобразованного в Московский институт открытого образования. Под его руководством количество учителей, повышавших свою квалификацию в течение года, выросло в 7 раз, был разработан образовательный стандарт для московских школ и внедрен во все школы Федеральный стандарт начального образования и т. д. Одним из результатов работы А. Л. Семенова в должности ректора МИОО было включение в состав института московской школы № 179, позволившее ее возродить и сделать одной из лучших математических школ города.

Настоящим прорывом в области персонализации обучения в цифровой среде стал инициированный Семеновым в Москве проект i-Школы для детей с особыми потребностями [42]. Ученикам этой школы был предоставлен комплект современного оборудования (подключенный к интернету компьютер, видеокамера, сканер, цифровой микроскоп и др.). Были разработаны необходимые цифровые учебно-методические материалы для дистанционной формы работы. В школе был создан высокопрофессиональный коллектив творческих учителей, владеющих методами обучения с использованием сети интернет, что позволяло учащимся получать качественное образование, не выходя из дома.

В августе 2013 г. по предложению Министра образования и науки Д. В. Ливанова А. Л. Семенов стал ректором Московского педагогического государственного университета (им. В. И. Ленина). Его работа там продолжалась до 2016 г. и была направлена на приближение обучения в вузе к задачам, стоящим перед реальной школой, что позволило заметно повысить интерес студентов к учебе, успешно формировать их профессиональное сознание [43], [44]. В частности, он существенно расширил практику студентов в школах. Произошла перестройка обучения будущих педагогов в области цифровых технологий, было обновлено содержание образования для будущих учителей математики с акцентом на решении школьных математических задач.

Академик А. Л. Семенов стал координатором разработки Концепции развития российского математического образования, разработанной в соответствии с майским Указом Президента Российской Федерации (2012 г.), принятым Правительством России в декабре 2013 года. А. Л. Семенов – один из лидеров разработки Концепции школьного технологического образования в соответствии с поручением Президента Российской Федерации (2016 г., майский указ

2018 г.) в области цифровой трансформации образования, которая оказала существенное влияние на это ключевое направление развития российской школы. А. Л. Семенов – один из идеологов разработки «Цифровой платформы новой школы» Сбера, член Экспертно-стратегического совета благотворительного фонда Сбера «Вклад в будущее». Международным признанием роли А. Л. Семенова в развитии математического образования было и его избрание в состав Исполкома Международной комиссии по математическому образованию, членом которого он являлся в 2004–2007 гг. В 2004 г. А. Л. Семенов обеспечил возможность участия в Международном конгрессе по математическому образованию 100 российских участников, масштабной выставки российского математического образования и проведения Дня России на этом Конгрессе.

Сегодня А. Л. Семенов активно участвует в работе Института образования НИУ «Высшая школа экономики» и Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена, является председателем Научно-методического совета по математике, членом Научно-методического совета по информатике, членом Ученого совета Федерального института педагогических измерений.

А. Л. Семенов – активный участник разработки программ «Цифровая экономика РФ», «Национальной стратегии в области искусственного интеллекта», член рабочей группы Федеральной программы «Кадры для цифровой экономики», член экспертной группы «Дополнительные образовательные программы для развития компетенций цифровой экономики».

В 2019 г. А. Л. Семенов выступил инициатором большой междисциплинарной программы Российского фонда фундаментальных исследований «Фундаментальное научное обеспечение процессов цифровизации общего образования». В сложившихся в 2020 году обстоятельствах задача научного обеспечения цифровой трансформации школы стала сверхактуальной и остросоциальной. Ранее слабо востребованные школой дистанционные технологии стали насущной необходимостью. Это направление работы Фонда было поддержано не только учеными Российской академии наук, но и Российской академией образования, ее ведущими специалистами и организациями.

Вклад А. Л. Семенова был отмечен присуждением ему премий Президента РФ (1997 г.) и Правительства РФ (2009 г.) в области образования. Международным признанием его работы в области обновления образования в развивающейся цифровой среде стало присуждение ему Премии ЮНЕСКО (2009 г., вручена Генеральным директором ЮНЕСКО И. Боковой в январе 2010 г.). Таким образом, он пополнил ряды отечественных ученых (академики А. Опарин, С. Капица, И. Петрянов-Соколов, Н. Басов и знаменитый тележурналист, д. б. н. Н. Дроздов), которые в разные годы получили премии ЮНЕСКО в области образования.

За достижения в области развития науки и образования А. Л. Семенов был награжден медалью «В память 850-летия Москвы» (1997 г.), нагрудным знаком «Почетный работник общего образования Российской Федерации» (2000 г.), орденом Дружбы (2010 г.), орденом Почёта (2016 г.). Также А. Л. Семенову в 2005 г. было присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации».

5. Заключение

В дни, когда писалась эта статья, А. Л. Семенов вместе с А. С. Соловейчиком проводили обсуждение «Хартии цифрового пути школы», в которой отражены представления Семенова и его коллег на важнейшие предстоящие в общем образовании изменения [45]. В обсуждении приняли участие видные деятели российского образования и представители проектов Программы РФФИ, упомянутой выше. Мы с большим интересом слушали эти обсуждения! Выражаем признательность А. Л. Семенову за возможность работы с ним в течение многих десятилетий и желаем ему долгих лет жизни и активной деятельности. Благодарим «Чебы-

шёвский сборник» за публикацию этой статьи.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ТРУДОВ АКАДЕМИКА А. Л. СЕМЕНОВА

Математика

1. Семенов А. Л. Алгоритмические проблемы для степенных рядов и контекстно-свободных грамматик. // Доклады Академии наук СССР, 1973, т. 212. – С. 50–52.
2. Семенов А. Л. Регулярность языков, k -линейных при различных k . // Доклады Академии наук СССР, 1974, т. 215. – С. 278–281.
3. Семенов А. Л. Пресбургеровость предикатов, регулярных в двух системах счисления // Сибирский математический журнал, 1977, т. 18, № 2. – С. 403–418.
4. Семенов А. Л. Некоторые алгебраические проблемы для систем алгоритмических алгебр // Доклады Академии наук СССР, 1978, т. 239, № 5. – С. 1063–1066.
5. Семенов А. Л. О некоторых расширениях арифметики сложения натуральных чисел // Известия Академии наук СССР. Серия математическая, 1979, т. 43, № 5. – С. 1175–1195.
6. Семенов А. Л. Интерпретация свободных алгебр в свободных группах // Доклады Академии наук СССР, т. 252, № 6, 1980. – С. 1329–1332.
7. Uspensky V. A., Semenov A. L. What are the Gains of the Theory of Algorithms: Basic Developments Connected with the Concept of Algorithm and with Its Applications in Mathematics // Algorithms in Modern Mathematics and Computer Science, Urgench, UzbekSSR, September 16–22, 1979. Proceedings. Lecture Notes of Computer Science, 1981, v. 122. – Pp. 100–234.
8. Семенов А. Л. Об определмости арифметики в ее фрагментах // Доклады Академии наук СССР, 1982, т. 263, № 1. – С. 44–47.
9. Семенов А. Л. Логические теории одноместных функций на натуральном ряде // Известия Академии наук СССР. Серия математическая, 1983, т. 47, № 3. – С. 623–658.
10. Semenov A. L. Decidability of Monadic Theories // Mathematical Foundations of Computer Science, Praha, Czechoslovakia, September 3–7, 1984. Proceedings. Lecture Notes in Computer Science, 1984, v. 176. – Pp. 162–175.
11. Успенский В. А., Семенов А. Л. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения // М.: Наука, Библиотечка программиста, 1987. – 288 с.
12. Успенский В. А., Семенов А. Л. Алгоритмы, или машины Колмогорова // В сб. А. Н. Колмогоров. Теория информации и теория алгоритмов. Избранные труды. Ред. А. Н. Ширяев. М., Наука, 1987. – С. 279–289.
13. Успенский В. А., Семенов А. Л., Шень А. Х. Может ли (индивидуальная) последовательность нулей и единиц быть случайной? // Успехи математических наук, 1990, т. 45, № 1. – С. 105–162.
14. Uspensky V. A., Semenov A. L. Algorithms: Main Ideas and Applications // Kluwer Academic Publishers, 1993. – 269 p. ISBN 978-90-481-4256-2.
15. Muchnik An. A., Semenov A. L. Uspensky V. A. Mathematical Metaphysics of Randomness // Theoretical Computer Science, 1998, v. 207, № 2. – Pp. 263–317.

16. Semenov A., Muchnik A. A. Single intermediate degrees in some classical reducibilities. // Abstracts of International conference «Mathematical Logic, Algebra and Set Theory» dedicated to the 100th anniversary of P. S. Novikov. M., 2001.
17. Семенов А. Л. Математика текстов. М.: Издательство Московского центра непрерывного математического образования. 2002 — 16 с.
18. Мучник Ан. А., Семенов А. Л. О роли закона больших чисел в теории случайности // Проблемы передачи информации. 2003. Т. 39. № 1. — С. 134.
19. Семенов А. Л., Мучник А. А. Об уточнении оценок Колмогорова, относящихся к датчикам случайных чисел и сложностному определению случайности // Доклады Академии наук. 2003. Т. 3991. № 6. — С. 738–740.
20. Muchnik Andrej, Semenov Alexei, Ushakov Maksim. Almost Periodic Sequences // Theoretical Computer Science. Elsevier BV (Netherlands). 2003. V. 1. № 304. — P. 1–33.
21. Semenov Alexei, Muchnik Andrej. 40 years of the Origin of Kolmogorov Randomness Theory // Сб. Колмогоров и современная математика. Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. Н. Колмогорова, Москва, 16–21 июня 2003. М. : Издательство механико-математического факультета МГУ. 2003. — С. 677–678.
22. Semenov A., Muchnik A. A. The Quality of Prediction and Optimal Predictions Based on Two Experts. // Abstracts of International Workshop «Kolmogorov Complexity and Applications», Dagstuhl, Germany, January 29 — February 03, 2006.
23. Muchnik Andrej, Semenov Alexei, Effective Bounds for Convergence, Descriptive Complexity, and Natural Examples of Simple and Hypersimple Sets. // Annals of Pure and Applied Logic. Elsevier BV (Netherlands), 2006, v. 141, № 3. — P. 437–441.
24. Адян С. И., Семенов А. Л., Успенский В. А. Андрей Альбертович Мучник (некролог) // Успехи математических наук, 2007, т. 62, № 4. — С. 140–144.
25. Мучник А. А., Притыкин Ю. Л., Семенов А. Л. Последовательности, близкие к периодическим // Успехи математических наук, 2009, т. 64, № 5. — С. 21–96.
26. Семенов А. Л., Сопрунов С. Ф. Конечные кванторные иерархии в алгебрах отношений. // Труды Математического института им. В. А. Стеклова, 2011, т. 274. — С. 291–296.
27. Semenov A. L.; Soprunov S. F. Lattice of relational algebras definable in integers with successor. // arXiv:1201.4439 [math.LO], 2011.
28. Semenov A., Soprunov S., and Uspensky V. The Lattice of Definability. Origins, Recent Developments, and Further Directions // Computer Science – Theory and Applications, 9th International Computer Science Symposium in Russia. CSR 2014, Moscow, Russia, June 7–11, 2014. Proceedings. Lecture Notes in Computer Science. Springer. 2014. V. 8476. — Pp. 23–38.
29. Semenov A. L., Soprunov S. F. A combinatorial version of the Svenonius theorem on definability // Logic Journal of IGPL, 23.6, 2015. — P. 966–975.
30. Мучник Ан. А., Семенов А. Л. Решетка определимости в порядке рациональных чисел // Матем. заметки, 2020, т. 108, вып. 1. — С. 102–118. DOI: <https://doi.org/10.4213/mzm12651>.
31. Семенов А. Л. Отображения, сохраняющие отношения, определимые через линейный порядок // Вестник МГУ, сер. 1, Математика. Механика, 2020, № 5. С. 62–65.

Вычислительная техника, информатика

32. Семенов А. Л., Семенова Е. Т. Язык программирования APL. // М.: МЭИ, 1971. – 96 с.
33. Семенов А. Л., Сопрунов С. Ф. О языке комбинаторно-логического процессора // Сб. Эффективное использование высокопроизводительных ЭВМ. Серия Вопросы кибернетики. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1985, т. 117. — С. 182–191.
34. Семенов А. Л., Успенский В. А. Математическая логика в вычислительных науках и вычислительной практике // Вестник Академии наук СССР, 1986, т. 56, № 7. – С. 93–103.
35. Вовк В. Г., Семенов А. Л., Сопрунов С. Ф. Некоторый способ проверки правильности программ на Ассемблере // Методы и алгоритмы анализа больших систем. Ред. В. Г. Карманов. Вопросы кибернетики. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1988, т. 136. — С. 56–77.
36. Семенов А. Л. О фундаментальных понятиях кибернетики и информатики // Вестник кибернетики, 2015, № 3 (19). – С. 22–26.
37. Семенов А. Л., Варданын В. А., Вишняков Ю. С., Гукасов И. И., Рудченко Т. А., Уваров А. Ю. Наследие А. И. Берга в кибернетике и образовании. От Совета по Кибернетике к Институту Берга // Труды V Международной конференции «Развитие вычислительной техники в России, странах бывшего СССР и СЭВ: история и перспективы» (SORUCOM–2020), 6–7 октября 2020 года, Москва. Под ред. А. Н. Томилина. НИУ ВШЭ, 2020. – С. 277–284. ISBN 978-5-6044274-3-9.

Школьное образование

38. Вишняков Ю. С., Грюнталь А., Кольцова А., Пачиков С. А., Семенов А. Л., Шень А. Х. и др. Простое и сложное в программировании. // Авт. предисл. Е. П. Велихова. М.: Наука, 1987. — 176 с. ISBN: 5-02-006595-1.
39. Семенов А. Л. Информатика в российской средней школе: доклад на пленарном заседании II Международного конгресса ЮНЕСКО «Образование и информатика» // Информатика и образование, 1996, № 5. – С. 29.
40. Ландо С. К., Семенов А. Л. Алгоритмика: учебная программа курса // Информатика и образование, 1998, № 3. – С. 94.
41. Semenov Alexei. Technology in Transforming Education // Communication and Networking in Education: Learning in a Networked Society, IFIP TC3/WG3.1 Open Conference on Communication and Networking in Education, June 13–18, 1999, Aulanko, Finland. IFIP Conference Proceedings, Kluwer, v. 163. — P. 25–38.
42. Симур Паперт и образовательные технологии в российской перспективе // Ред. А. Л. Семенов. М.: МИПКРО-ПРЕСС, 2001.
43. Антология гуманной педагогики. Лао-Цзы. // Сост. и авт. предисл. А. Л. Семенов. М., Изд. дом Ш. Амонашвили, Моск. гор. пед. ун-т, 2001. — 217 с. ISBN 5-89147-036-5.
44. Firsov Victor, Semenov Alexey. School Mathematics in Russia // «National Presentations: Russia», 10th International Congress on Mathematical Education, Copenhagen, 2004.

45. Семенов А. Л. Цифровые образовательные ресурсы для общего среднего и начального профессионального образования. // М., Национальный фонд подготовки кадров, 2005. – 18 с.
46. Семенов А. Л. Качество информатизации школьного образования // Вопросы образования, 2005, № 3. – С. 248–270.
47. Булин-Соколова Е. И., Семенов А. Л. Школа информатизации: путь к обновлению образования. // Информатика и образование, 2009, № 11. — С. 3–12.
48. Асмолов А., Семенов А., Уваров А. Мы ждем перемен. Чему и как будет учиться подрастающее поколение в XXI веке. // Дети в информационном обществе, 2010, № 5. — С. 20.
49. Асмолов А. Г., Семенов А. Л., Уваров А. Ю. Российская школа и новые информационные технологии: взгляд в следующее десятилетие. // М., Изд-во «НексПринт», 2010. – 95 с. ISBN 978-5-904731-03-8.
50. Булин-Соколова Е. И., Рудченко Т. А., Семенов А. Л., Хохлова Е. Н. Формирование ИКТ-компетентности младших школьников: пособие для учителей общеобразоват. учреждений. // М., Просвещение, 2012. — 128 с. ISBN 978-5-09-026513-3.
51. «Две культуры» сегодня. Математика и литература. Занятия литературой в гуманитарных и математических классах. Сочинения, игры, путешествия. // Под общ. ред. А. Л. Семенова. М.: Московский институт открытого образования, Институт новых технологий, 2013. – 245 с.
52. Семенов А. Л. Концепция развития российского математического образования (ход проекта) // Математика в школе. 2013. № 9. – С. 3–5.
53. Семенов А. Л., Атанасян С. Л. О концепции развития российского математического образования // Наука – образованию. 2013. № 2. – С. 6.
54. Семенов А. Л. «Две культуры» в современной школе (часть 1). // Математика в школе, 2014, № 5. – С. 21–26.
55. Семенов А. Л. «Две культуры» в современной школе (часть 2). // Математика в школе, 2014, № 6. – С. 21–26.
56. Булин-Соколова Е. И., Обухов А. С., Семенов А. Л. Будущее педагогическое образование. Направление движения и первые практические шаги // Психологическая наука и образование, 2014, т. 19, № 3. – С. 207–226.
57. Высоцкий И. Р., Захаров П. И., Панферов В. С., Посицельский С. Е., Семенов А. В., Семенова М. А., Сергеев И. Н., Смирнов В. А., Шестаков С. А., Шноль Д. Э., Семенов А. Л., Яценко И. В. К демонстрационной версии ЕГЭ от 31.10.13. Базовый и профильный уровни ЕГЭ 2014. // М., Экзамен, 2014. – 56 с. ISBN 978-5-377-07945-3.
58. Семенов А. Л. Вариативная математика // Образовательная политика, 2015, № 1 (67). – С. 95–97.
59. Семенов А. Л. О реализации концепции математического образования. // Наука и школа, № 6, 2016. – С. 57–60.
60. Семенов А. Л. Концептуальные проблемы информатики, алгоритмики и программирования в школе. // Вестник кибернетики, Международный журнал, № 2(22), 2016. – С. 11–15.

61. Семенов А. Л. Учим учиться и учить. О возрождении педагогического образования, принципах работы педагогического университета и перспективах его выпускников. // Российская газета, 7127(259), 15 ноября 2016 г.
62. Семенов А. Л. Симор Паперт и мы. Конструкционизм – образовательная философия XXI века // Вопросы образования, № 1, 2017. – С. 269–294. ISSN 1814-9545.
63. Семенов А. Л., Уваров А. Ю. Обновление технологического образования и информатизация школы // Вестник московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования», № 4, 2017. – С. 17–31.
64. Polikarpov S. A., Semenov A. L. Mathematics for the 21th Century School: The Russian Experience and International Prospects // Proceedings of the 13th international Congress on Mathematical Education (ICME-13). Springer, 2017. – Pp. 675–676. ISBN 978-3-319-62596-6.
65. Кузьминов Я. И., Фруммин И. Д., Абанкина И. В., Алашкевич М. Ю., Болотов В. А., Добрякова М. С., Дудырев Ф. Ф., Зиньковский К. В., Корешникова Ю. В., Коршунов И. А., Косарецкий С. Г., Мерцалова Т. А., Овакимьян А. Г., Одоевская Е. В., Платонова Д. П., Семенов А. Л., Семенов Д. С., Сергоманов П. А., Сорокин П. С., Уваров А. Ю., Шилова Н. П. Новое технологическое образование в школе и СПО. // Сб. «Как сделать образование двигателем социально-экономического развития?», серия коллективных монографий «Российское образование: достижения, вызовы, перспективы». Ред. Я. И. Кузьминов, И. Д. Фруммин). М.: Изд. дом ВШЭ, 2019. ISBN: 978-5-7598-1995-0. DOI: 10.17323/978-5-7598-1995-0.
66. Семенов А. Л. Возможно ли преодоление цифрового разрыва между школой и жизнью? // Цифровое общество как культурно-исторический контекст развития человека. Сб. науч. статей. Под общ. ред. Р. В. Ершовой. Коломна, Государственный социально-гуманитарный университет, 2020. – С. 350–354. ISBN 978-5-98492-462-7.
67. Семенов А. Л. Результативное образование расширенной личности в прозрачном мире на цифровой платформе // Сб. трудов III Международной научно-практической конференции «Герценовские чтения: психологические исследования в образовании», Санкт-Петербург, 1–2 октября 2020 г. РГПУ им. А. И. Герцена, вып. 3, 2020. – С. 590–596. DOI 10.33910/herzenpsyconf-2020-3-271.
68. Бетелин В. Б., Кушниренко А. Г., Семенов А. Л., Сопрунов С. Ф. О цифровой грамотности и средах ее формирования // Информатика и ее применения, т. 14, вып. 4, 2020. – С. 102–109.

Издания ЮНЕСКО

69. Семенов А. Л., Книерзингер А., Марчева К., Резвик С., Шмидт Э., Информатика в начальном образовании. Рекомендации ЮНЕСКО. // Пер. с англ. Под общ. ред. А. Л. Семенова. ИИТО ЮНЕСКО, 2000. – 92 с.
70. Аллен Н., Андерсон Дж., Дэвис Н., Муранов А., Томас Л., Уваров А. Информационные и коммуникационные технологии в подготовке преподавателей. Руководство по планированию // Авторизованный пер. с англ., переработанный и дополненный. Координаторы Е. Хвилон, М. Патру. Редактор-координатор русского перевода А. Семенов. Париж, ЮНЕСКО. М., ИНТ, 2005. – 288 с.

71. Андерсон Дж., Вирт Т. ван, Алагумалаи С., Уоррен Дж., Семенов А. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: учебные планы для средней школы и программы подготовки преподавателей // Авторизованный пер. с англ., переработанный и дополненный. Координаторы Е. Хвилон, М. Патру. Редактор-координатор русского перевода А. Семенов. Париж, ЮНЕСКО. М., ИНТ, 2005. – 168 с.
72. Мур М., Тейт А., Реста П., Гревил Р., Запарованный Ю. Открытое и дистанционное обучение: тенденции, политика и стратегии // Пер. с англ., переработанный и дополненный. Координаторы Е. Хвилон, М. Патру. Редактор-координатор русского перевода А. Семенов. Париж: ЮНЕСКО. – М.: ИНТ, 2005. – 139 с.
73. Семенов А., Переверзев Л., Булин-Соколова Е. Информационные и телекоммуникационные технологии в общем образовании. Теория и практика — Information and Communication Technologies in Schools. A handbook for Teachers or How ICT Can Create New, Open Learning Environments // Авторизованный перевод с англ. Переработанный и дополненный. Координатор М. Патру. Париж, ЮНЕСКО. М., ИНТ, 2006. – 327 с.
74. Калаш И., Булин-Соколова Е., Веракса А., Посицелькая М., Рубцов В., Семенов А., Токарева Н., Туйчиева И., Цапенко М. Возможности информационных и коммуникационных технологий в дошкольном образовании. Аналитический обзор // Редактор-координатор русского перевода А. Семенов. М., ЮНЕСКО, 2011. — 176 с.
75. Kalaš I., Bannayan H.E., Conery L., Laval E., Laurillard D., Lim C.P., Musgrave S., Semenov A., Turcsányi-Szabó M. ICT in Primary Education Volume 1: Exploring the Origins, Settings and Initiatives. // Moscow, Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education, 2012. — 136 с.

Учебники

76. Ершов А. П., Кушниренко А. Г., Лебедев Г. В. Семенов А. Л., Шень А. Х. и др. Основы информатики и вычислительной техники. Пробный учебник для сред. учеб. заведений. // Под ред. А. П. Ершова. М., Просвещение, 1988. – 206 с. ISBN 5-09-000593-1.
77. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Информатика 5 класс. Учебно-методический комплект (учебник, тетрадь, проектов, книга для учителя). // М., «Просвещение», ИНТ, 2006.
78. Звонкин А. К., Ландо С. К., Семенов А. Л. Информатика. Алгоритмика 6 класс. Учебник. // М., «Просвещение», 2006. ISBN 978-5-09-014569-5.
79. Звонкин А. К., Ландо С. К., Семенов А. Л. Информатика. Алгоритмика 7 класс. Учебник. М., «Просвещение», 2008. ISBN 978-5-09-015963-0.
80. Рудченко Т. А., Семенов А. Л. Информатика. 1–4 классы. Учебно-методический комплект (учебники, рабочие тетради, тетради проектов для каждого года обучения) для общеобразоват. организаций. // М., Просвещение, ИНТ, серия «Перспектива», 2011–2012.
81. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Информатика. 3–4 классы. В 3 частях. Учебно-методический комплект (учебники, рабочие тетради, тетради проектов для общеобразоват. организаций. // М., Просвещение, ИНТ, серия «Школа России», 2019.
82. Семенов А. Л., Посицельская М. А., Посицельский С. Е. и др. Математика и информатика. 1–4 классы. Учебно-методический комплект (учебники и задачки для каждого года обучения) для общеобразоват. организаций. // М., МЦНМО, ИНТ, 2012–2019.

83. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Информатика. 5–6 классы. Учебно-методический комплект (учебник, тетрадь проектов, поурочные разработки для каждого года обучения) для общеобразоват. организаций. // М., «Просвещение», 2019.

LIST OF SELECTED WORKS BY ACADEMIC A. L. SEMENOV

Mathematics

1. Semenov, A. L. 1973, "Algoritmicheskie problemy dlya stepennykh rjadov i kontekstno-svobodnykh grammatik – Algorithmic problems for power series and context-free grammars", *Proc. USSR Acad. Sci.*, vol. 212, pp. 50–52.
2. Semenov, A. L. 1974, "Regularity of languages k-linear for various k", *Sov. Math., Dokl.*, 15, pp. 492–496.
3. Semenov, A. L. 1977, "Presburgeriness of Predicates Regular in Two Number Systems", *Siberian Mathematical Journal*, v. 18, № 2, pp. 289–300.
4. Semenov, A. L. 1978, "Some algorithmic problems for systems of algorithmic algebras", *Sov. Math., Dokl.*, 19, pp. 490–493.
5. Semenov, A. L. 1980, "On Certain Extentions of the Arithmetic of Addition of Natural Numbers", *Mathematics of the USSR – Izvestia*, v. 15, № 2, pp. 401–418.
6. Semenov, A. L. 1980, "An interpretation of free algebras in free groups", *Sov. Math., Dokl.*, 21, pp. 952–955.
7. Uspensky, V. A. & Semenov, A. L. 1981, "What are the Gains of the Theory of Algorithms: Basic Developments Connected with the Concept of Algorithm and with Its Applications in Mathematics", *Algorithms in Modern Mathematics and Computer Science, Urgench, UzbekSSR, September 16–22, 1979. Proceedings*, Lecture Notes of Computer Science, v. 122, pp. 100–234.
8. Semenov, A. L. 1982, "On the definability of arithmetic in its fragments", *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 263:1, pp. 44–47.
9. Semenov, A. L. 1983, "Logical theories of one-place functions on the set of natural numbers", *Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat.*, 47(3), pp. 623–658.
10. Semenov, A. L. 1984, "Decidability of Monadic Theories", *Mathematical Foundations of Computer Science, Praha, Czechoslovakia, September 3–7, Proceedings*, Lecture Notes in Computer Science, v. 176, pp. 162–175.
11. Uspensky, V. A. & Semenov, A. L. 1987, *Teoria algoritmov: osnovnye otkrytia i prilozheniya – Theory of algorithms: main discoveries and applications*, Moscow, Science, "Programmer's library" series, 288 pp.
12. Uspensky, V. A. & Semenov, A. L. 1987, "Algoritmy, ili mashiny Kolmogorova – Algorithms, or Kolmogorov machines", In *A. N. Kolmogorov. Information theory and algorithm theory. Selected works*. Ed. by A. N. Shiryaev. Moscow, Nauka, pp. 279–289.
13. Uspensky, V. A., Semenov, A. L. & Shen, A. 1990, "Can an (individual) sequence of zeros and ones be random?" *Russian Math. Surveys*, 45, No. 1, pp. 121–189.
14. Uspensky, V. A. & Semenov, A. L. 1993, *Algorithms: Main Ideas and Applications*, Kluwer Academic Publishers, 269 p. ISBN 978-90-481-4256-2.

15. Muchnik, An. A., Semenov, A. L. & Uspensky, V. A. 1998, “Mathematical Metaphysics of Randomness“, *Theoretical Computer Science*, v. 207, № 2, pp. 263–317.
16. Semenov, A. & Muchnik, A. A. 2001, “Single intermediate degrees in some classical reducibilities“, *Abstracts of International conference “Mathematical Logic, Algebra and Set Theory“, dedicated to the 100th anniversary of P. S. Novikov*, Moscow.
17. Semenov, A. L. 2002, *Matematika tekstov – Mathematics of Texts*, Moscow, Publishing House of the Moscow Center for Continuous Mathematical Education, 16 pp.
18. Muchnik, A. A. & Semenov, A. L. 2003, “On the Role of the Law of Large Numbers in the Theory of Randomness“, *Problems of Information Transmission*, vol. 39, pp. 119–147. doi: 10.1023/A:1023638717091/
19. Semenov, A. L. & Muchnik, A. A. 2003, “An Improvement of Kolmogorov’s Estimates Related to Random Number Generators and a Definition of Randomness in terms of complexity“, *Proceedings of the Russian Academy of Sciences*, vol. 68(1), pp. 132–134.
20. Muchnik, Andrej, Semenov, Alexei & Ushakov, Maksim. 2003, “Almost Periodic Sequences“, *Theoretical Computer Science*, Elsevier BV, Netherlands, v. 1, № 304, pp. 1–33.
21. Semenov, A. L. & Muchnik, A. A. 2003, “40 years of the Origin of Kolmogorov Randomness Theory“, *Kolmogorov i sovremennaja matematika. Abstracts of reports of the international conference, dedicated to the 100th anniversary of A. N. Kolmogorov (25.04.1903–20.10.1987)*, Moscow, pp. 677–678.
22. Semenov, A. L. & Muchnik, A. A. 2006, “The Quality of Prediction and Optimal Predictions Based on Two Experts“, *Abstracts of International Workshop “Kolmogorov Complexity and Applications“, Dagstuhl, Germany, January 29 – February 03, 2006*.
23. Muchnik, Andrej & Semenov, Alexei. 2006, “Effective Bounds for Convergence, Descriptive Complexity, and Natural Examples of Simple and Hypersimple Sets“, *Annals of Pure and Applied Logic*, Elsevier BV, Netherlands, v. 141, № 3, pp. 437–441.
24. Adyan, S. I., Semenov, A. L. & Uspensky, V. A. 2007, “Andrej Albertovich Muchnik (Nekrolog) – Andrej Albertovich Muchnik (Obituary)“, *Russian Mathematical Surveys*, 62(4), pp. 775–779.
25. Muchnik, A. A., Pritykin, Yu. L. & Semenov, A. L. 2009, “Sequences close to periodic“, *Russian Mathematical Surveys*, 64:5, pp. 805–871.
26. Semenov, A. L. & Soprunov, S. F. 2011, “Finite quantifier hierarchies in relational algebras“, *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics*, 274, pp. 267–272.
27. Semenov, A. L. & Soprunov, S. F. 2011, “Lattice of relational algebras definable in integers with successor“, *arXiv:1201.4439 [math.LO]*.
28. Semenov, A., Soprunov, S. & Uspensky, V. 2014, “The Lattice of Definability. Origins, Recent Developments, and Further Directions“, *Computer Science – Theory and Applications*, Springer International Publishing, pp. 23–38. DOI: 10.1007/978-3-319-06686-8_3/
29. Semenov, A. L. & Soprunov, S. F. 2015, “A combinatorial version of the Svenonius theorem on definability“, *Logic Journal of IGPL*, 23.6, pp. 966–975.
30. Muchnik, An. A. & Semenov, A. L. 2020, “Lattice of Definability in the Order of Rational Numbers“, *Mathematical Notes*, 108:1, pp. 94–107. DOI: <https://doi.org/10.4213/mzm12651>.

31. Semenov, A.L. 2020, “Mappings preserving relations definable by linear order”, *Moscow University Bulletin*, vol. 75, No. 5, pp. 222–226. ISSN 0027-1322.

Computer engineering, computer science

32. Semenov, A.L. & Semenova, E.T. 1971, *Yazyk programmirovaniya APL – Programming language APL*, Moscow, Moscow Energ. Inst., 96 pp.
33. Semenov, A.L. & Soprunov, S.F. 1985, “O yazyke kombinatorno-logicheskogo processora – About the language of the combinatorial logic processor“, *Efficient use of high-performance computers. A series of Questions of Cybernetics*, Scientific Council on the Complex problem “Cybernetics“ of the USSR Academy of Sciences, v. 117, pp. 182–191.
34. Semenov, A.L. & Uspensky, V.A. 1986, “Matematicheskaya logika v vychislitelnyh naukah i vychislitelnoj praktike – Mathematical logic in computer science and computer programming“, *Vestnik Akad. Nauk SSSR*, No. 7, pp. 93–103.
35. Vovk, V.G., Semenov, A.L. & Soprunov, S.F. 1988, “Nekotoryj sposob proverki pravilnosti programm na Assemblere – Some way to check the correctness of programs in Assembler“, *Methods and algorithms for analyzing large systems*, ed. by V.G. Karmanov. Questions of cybernetics. Scientific Council on the complex problem “Cybernetics“ of the Academy of Sciences of the USSR, v. 136, pp. 56–77.
36. Semenov, A.L. 2015, “O fundamentalnyh ponyatiyah kibernetiki i informatiki – About the fundamental concepts of cybernetics and computer science“, *Vestnik Kibernetiki*, № 3(19), pp. 22–26.
37. Semenov, A.L., Vardanyan, V.A., Vishnyakov, Yu.S., Gukasov, I.I., Rudchenko, T.A. & Uvarov, A.Yu. 2020, “Naslediye A.I. Berga v kibernetike i obrazovanii. Ot Soveta po Kibernetike k Institutu Berga – Axel Berg’s Legacy in Cybernetics and Education. From the Council on Cybernetics to Axel Berg Institute“, *Proceedings of the V International Conference “Development of Computer Technology in Russia, the Former USSR and COMECON: History and Prospects“ (SORUCOM-2020), 6–7 October 2020, Moscow*. Ed. by A.N. Tomilin. Higher School of Economics, pp. 277–284. ISBN 978-5-6044274-3-9.

School education

38. Vishnyakov, Yu.S., Gruntal, A., Koltsova, A., Pachikov, S., Semenov, A.L., Shen, A. et al. 1987, *Prostoye i slozhnoye v programmirovanii – Simple and complex in programming*, author’s preface by E.P. Velikhov. Moscow, Nauka, 176 pp. ISBN: 5-02-006595-1.
39. Semenov, A.L. 1996, “Informatika v rossijskoj shkole: doklad na plenarnomn zasedanii II Mezhdunarodnogo kongressa UNESKO «Obrazovaniye i informatika» – Informatics in the Russian secondary school: report at the plenary session of the II International Congress of UNESCO «Education and Informatics»“, *Informatics and Education*, No. 5, p. 29.
40. Lando, S.K. & Semenov, A.L. 1998, “Algoritmika: uchebnaya programma kursa – Algorithmics: the curriculum of the course“, *Informatics and Education*, No. 3, p. 94.
41. Semenov, Alexei. 1999, “Technology in Transforming Education“, *Communication and Networking in Education: Learning in a Networked Society, IFIP TC3/WG3.1, Open Conference on Communication and Networking in Education, June 13–18, 1999, Aulanko, Finland*. IFIP Conference Proceedings, Kluwer, v. 163, pp. 25–38.

42. Semenov, A. L., ed. 2001, *Seymour Papert i obrazovatelnye tehnologii v rossijskoj perspektive – Seymour Papert and educational technologies in the Russian perspective*, Moscow, MIPKRO-PRESS.
43. Semenov, A. L., ed. 2001, *Antologia gumannoj pedagogiki. Lao Tsy – Anthology of Humane Pedagogy. Lao Tzu*, Comp. and the author's preface by A. L. Semenov, House of Sh. Amonashvili, Moscow City Pedagogical University, 217 pp. ISBN 5-89147-036-5.
44. Firsov, Victor & Semenov, Alexey. 2004, "School Mathematics in Russia", *National Presentations: Russia, 10th International Congress on Mathematical Education, Copenhagen, 2004*.
45. Semenov, A. L. 2005, *Cifrovye obrazovatelnye resursy dlya obshchego srednego i nachalnogo professionalnogo obrazovaniya – Digital educational resources for general secondary and primary vocational education*, Moscow, National Personnel Training Foundation, 18 pp.
46. Semenov, A. L. 2005, "Kachestvo informatizatsii shkolnogo obrazovaniya – The quality of the Informatization of school education", *Education issues*, No. 3, pp. 248–270.
47. Bulin-Sokolova, E. I. & Semenov, A. L. 2009, "Shkola informatizatsii: put' k obnovleniju obrazovaniya – School of informatization: the path to the renewal of education", *Informatics and Education*, No. 11, pp. 3–12.
48. Asmolov, A., Semenov, A. & Uvarov, A. 2010, "My zhdem peremen. Chemu i kak budet uchitsya podrastayushchee pokoleniye v XXI veke – We are waiting for the changes. What and how the younger generation will learn in the XXI century", *Children in the Information Society*, No. 5, pp. 20.
49. Asmolov, A. G., Semenov, A. L. & Uvarov, A. Yu. 2010, *Rossijskaya shkola i novye informatsionnye tehnologii: vzglyad v sleduyushchee desyatiletie – Russian school and new information technologies: a look into the next decade*, // Moscow, NexPrint publ., 95 pp. ISBN 978-5-904731-03-8.
50. Bulin-Sokolova, E. I., Rudchenko, T. A., Semenov, A. L. & Hohlova, E. N. 2012, *Formirovaniye IKT-kompetentnosti mmladshih shkolnikov: posobiye dlya uchitelej obshcheobrazovatelnykh uchrezhdenij – Formation of ICT competence of junior schoolchildren: a guide for teachers of general education institutions*, Moscow, Prosveshchenie, 128 pp. ISBN 978-5-09-026513-3.
51. Semenov, A. L., ed. 2013, "Dve kultury" segodnya. Matematika i literatura. Zanyatiya literaturoj v gumanitarnyh i matematicheskikh klassah. Sochineniya, igry, puteshestviya. – "The two cultures" today. Mathematics and literature. Literature classes in humanities and mathematics classes. Essays, games, travel. // Under the general editorship of A. L. Semenov. Moscow, Institute of Open Education, Institute of New Technologies, 245 pp.
52. Semenov, A. L. 2013, "Konceptiya razvitiya rossijskogo matematicheskogo obrazovaniya (hod proyekta) – The concept of development of Russian mathematical education (project progress)", *Mathematics at school*, No. 9, pp. 3–5.
53. Semenov, A. L. & Atanasyan, S. L. 2013, "O koncepcii razvitiya rossijskogo matematicheskogo obrazovaniya – On the concept of development of Russian mathematical education", *Nauka – obrazovaniyu*, No. 2, p. 6.
54. Semenov, A. L. 2014, "«Dve kultury» v sovremennoj shkole (chast 1) – «Two cultures» in the modern school (part 1)", *Mathematics at school*, No. 5, pp. 21–26.

55. Semenov, A. L. 2014, “«Dve kultury» v sovremennoj shkole (chast 1) – «Two cultures» in the modern school (part 1)“, *Mathematics at school*, No. 6, pp. 21–26.
56. Bulin-Sokolova, E. I., Obuhov, A. S. & Semenov, A. L. 2014, “Budushchee pedagogicheskoye obrazovaniye. Napravlenie dvizheniya i pervyye prakticheskiye shagi – The future of teacher education. Direction of movement and first practical steps“, *Psychological science and Education*, v. 19, No. 3, pp. 207–226.
57. Vysotsky, I. R., Zaharov, P. I., Panfyorov, V. S., Posicelsky, S. E., Semenov, A. V., Semenova, M. A., Sergeev, I. N., Smirnov, V. A., Shestakov, S. A., Shnol, D. E., Semenov, A. L. & Yashchenko, I. V. 2014, *K demonstracionnoj versii EGE ot 31.10.13. Bazovyy i profilnyj urovni EGE – To the demo version of the Unified State Exam from 31.10.13. Basic and profile levels of the Unified State Exam*, Moscow, Ekzamen, 56 pp. ISBN 978-5-377-07945-3.
58. Semenov, A. L. 2015, “Variativnaya matematika – Variative mathematics“, *Educational policy*, No. 1(67), pp. 95–97.
59. Semenov, A. L. 2016, “O realizacii koncepcii matematicheskogo obrazovaniya – On the implementation of the concept of mathematical education“, *Science and School*, No. 6, pp. 57–60.
60. Semenov, A. L. 2016, “Konceptualnye problemy informatiki, algoritmiki i programmirovaniya v shkole – Conceptual problems of computer science, algorithmics and programming in school“, *Journal of Cybernetics, the international journal*, No. 2(22), pp. 11–15.
61. Semenov, A. L. 2016, “Uchim uchitsya i učit’. O vrozozhdenii pedagogicheskogo obrazovaniya, principah raboty pedagogicheskogo universiteta i perspektivah ego vypusknikov – We teach to learn and teach. On the revival of pedagogical education, the principles of the pedagogical University and the prospects of its graduates“, *Rossiyskaya Gazeta*, 7127(259), November 15, 2016.
62. Semenov, A. L. 2017, “Seymour Papert i my. Konstrukcionizm – obrazovatel'naya filosofiya XXI veka – Seymour Papert and us. Constructionism – educational philosophy of the XXI century“, *Education issues*, No. 1, pp. 269–294. ISSN 1814-9545.
63. Semenov, A. L., & Uvarov, A. Yu., 2017, “Obnovleniye tehnologicheskogo obrazovaniya i informatizaciya shkoly – Renovation of technological education and informatization of the school“, // *Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series “Informatics and informatization of education”*, No. 4, pp. 17–31.
64. Polikarpov, S. A., & Semenov, A. L., 2017, “Mathematics for the 21th Century School: The Russian Experience and International Prospects“, *Proceedings of the 13th international Congress on Mathematical Education (ICME-13)*, Springer, pp. 675–676. ISBN 978-3-319-62596-6.
65. Kuzminov, Ya. I., Frumin, I. D., Abankina, I. V., Alashkevich, M. Yu., Bolotov, V. A., Dobriakova, M. S., Dudyrev, F. F., Zinkovsky, K. V., Koreshnikova, Yu. V., Korshunov, I. A., Kosaretsky, S. G., Mertsalova, T. A., Ovakimyan A. G., Odoevskaya, E. V., Platonova, D. P., Semenov, A. L., Semenov, D. S., Sergomanov, P. A., Sorokin, P. S., Uvarov, A. Yu. & Shilova, N. P. 2019, “Novoye tehnologicheskoye obrazovaniye v shkole i SPO – New technological education in schools and vocational schools“, *How to make education an engine of socio-economic development?*, a series of collective monographs “Russian education: achievements, challenges, prospects“. Ed. by Ya. I. Kuzminov, I. D. Frumin. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics. ISBN: 978-5-7598-1995-0. DOI: 10.17323/978-5-7598-1995-0.

66. Semenov, A. L. 2020, "Vozmozhno li preodoleniye cifrovogo razryva mezhdu shkoloj i zhiznjyu? – Is it possible to bridge the digital divide between school and life?" *Digital society as a cultural and historical context of human development. Sat. nauch. articles*. Under the general editorship of R. V. Ershova. Kolomna, State Social and Humanitarian University, pp. 350–354. ISBN 978-5-98492-462-7.
67. Semenov, A. L. 2020, "Rezultativnoye obrazovaniye rasshirennoj lichnosti v prozrachnom mire na cifrovoj platforme – Effective education of an extended personality in a transparent world on a digital platform," *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Herzen Readings: Psychological Research in Education"*, St. Petersburg, October 1–2, 2020, Herzen Pedagogical Univ., No. 3, pp. 590–596. DOI 10.33910/herzenpsyconf-2020-3-271.
68. Betelin, V. B., Kushnirenko, A. G., Semenov, A. L. & Soprunov, S. F. 2020, "O cifrovoj gramotnosti i sredah ee formirovaniya – On digital literacy and the environment of its formation", *Informatics and its applications*, v. 14, No. 4, pp. 102–109.

UNESCO publications

69. Semenov, A., Knierzinger, A. J., Martcheva, K., Roesvik, S. & Schmidt, E. 2000, *Informatics for Primary Education. Recommendations*. Russian transl. ed. A. Semenov. Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education, Moscow, 92 pp.
70. Allen, N., Anderson, J., Davis, N., Muranov, A., Thomas, L. & Uvarov, A. 2005. *Information and communication technologies in teacher training. Planning guide*. Transl. from eng., revised and expanded. Coordinators: E. Khvilon, M. Patru. Coordinator and Russian transl. ed. A. Semenov. Paris: UNESCO, Moscow: INT, 288 pp.
71. Anderson, J., Weert, T. van, Alagumalai, S., Warren, J. & Semenov, A. 2005, *Information and communication technologies in education: secondary school curricula and teacher training programs*, Authorized translation from English, revised and expanded. Coordinators E. Khvilon, M. Patru. Coordinator and Russian transl. ed. A. Semenov. Paris: UNESCO, Moscow: INT, 168 pp.
72. Moore, M. G., Tait, A., Resta, P., Rumble, G. & Zaporovanny, Yu. 2005, *Open and distance learning. Trends, policies and strategies*. Transl. from eng., revised and expanded. Coordinators: E. Khvilon, M. Patru. Coordinator and Russian transl. ed. A. Semenov. Paris: UNESCO. Moscow: INT, 139 pp.
73. Semenov, A., Pereverzev, L. & Bulin-Sokolova, E. 2006, *Information and Communication Technologies in Schools. A handbook for Teachers or How ICT Can Create New, Open Learning Environments*, Authorized translation from English, revised and expanded. Coordinator M. Patru. Paris: UNESCO. Moscow: INT, 327 pp.
74. Kalaš, I., Bulin-Sokolova, E., Posicelskaja, M., Tokareva, N., Tsapenko, M., Tychieva, I., Rubtsov, V., Semenov, A. & Veraksa, A. 2011, *Recognizing the potential of ICT in early childhood education. Analytical survey*. Russian transl. ed. A. Semenov. Moscow, Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education, 176 pp.
75. Kalaš, I., Bannayan, H. E., Conery, L., Laval, E., Laurillard, D., Lim, C. P., Musgrave, S., Semenov, A. & Turcsányi-Szabó, M. 2012, *ICT in Primary Education Volume 1: Exploring the Origins, Settings and Initiatives*. Russian transl. ed. A. Semenov. Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education, Moscow, 136 pp.

Textbooks

76. Ershov, A. P., Kushnirenko, A. G., Lebedev, G. V. Semenov, A. L., Shen, A. H. et al. 1988, *Osnovy informatiki i vychislitelnoj tehniki – Fundamentals of Computer Science and Engineering*, A trial textbook for general educ. org., ed. by A. P. Ershov. Moscow, Prosveshchenie, 1988, 206 pp. ISBN 5-09-000593-1.
77. Semenov, A. L. & Rudchenko, T. A. 2006, *Informatika 5 – Informatics, 5 grade*. Educational set (textbook, project notebook, teachers handbook) for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie, Institute of New Technologies.
78. Zvonkin, A. K., Lando, S. K. & Semenov, A. L. 2006, *Informatika. Algoritmika 6 – Informatics, algorithmics, 6 grade*. Textbook for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie, Institute of New Technologies. ISBN 978-5-09-014569-5.
79. Zvonkin, A. R., Lando, S. K. & Semenov, A. L. 2008, *Informatika. Algoritmika 77 – Informatics, algorithmics, 7 grade*. Textbook for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie, Institute of New Technologies. ISBN 978-5-09-015963-0.
80. Rudchenko T. A. & Semenov, A. L. 2011–2012, *Informatika 1–4 klassy – Informatica. 1–4 grades*. Educational set (textbooks, workbooks, project notebooks for each year of study) for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie, Institute of New Technologies, “Perspektiva” series.
81. Semenov, A. L. & Rudchenko T. A. 2019, *Informatika. 3–4 klassy – Informatica. 3–4 grades*. In 3 parts. Educational set (textbooks, workbooks, project notebooks for each part) for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie, Institute of New Technologies, “Shkola Rossii” series.
82. Semenov, A. L., Posicelskaja, M. A., Posicelskij, S. E., Rudchenko, T. A. et al. 2012–2019, *Matematika i informatika. 1–4 klassy – Mathematics and Informatics 1–4 grades*. Educational set (textbooks and workbooks for each year of study) for general educ. organizations. Moscow, MCCME, INT.
83. Semenov, A. L. & Rudchenko, T. A. 2019, *Informatika 5–6 klasses – Informatics 5–6 grades*. Educational set (textbook, project notebook, teachers handbook for each year of study) for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie.

СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пуятин Н. Н. Радиоконструирование: методическое пособие для руководителей радиокружков. // Москва, ДОСААФ, 1975. – 222 с.
2. Церковь св. Власия на Старой Конюшенной слободе. [Электронный ресурс] <https://hram-vlasiya.ru> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
3. Константинов Н. Н. Математические кружки раньше... // Математическое образование, сер. 3, № 6. – С. 38–48 (дата обращения 25 декабря 2020 г.). <http://www.mathnet.ru/links/4969931a838d2cd422dbc2ed8712b8bd/mp98.pdf>.
4. Научно-исследовательский зоологический музей МГУ им. М. В. Ломоносова. [Электронный ресурс] <http://zmmu.msu.ru/musei/istoriya> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).

5. Болибрух А. А. Воспоминания и размышления о давно прошедшем. // Москва, Издательство МЦНМО, 2013. – 128 с. <https://mcsmc.ru/free-books/izdano/2013/Bolibrukh.pdf> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
6. Мучник Альберт Абрамович // Википедия. [Электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/Мучник,_Альберт_Абрамович (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
7. Адян С. И., Семенов А. Л., Успенский В. А. Андрей Альбертович Мучник (некролог). // Успехи матем. наук, 2007, т. 62, вып. 4(376). – С. 140–144.
8. Семенов А. Л. Алгоритмические проблемы для степенных рядов и контекстно-свободных грамматик. // Доклады Академии наук СССР, 1973, т. 212. – С. 50–52.
9. Salomaa A., Soittola M. Automata-theoretic aspects of formal power series. // Springer New York, Heidelberg, Berlin, 1978. – 171 pp.
10. Cobham A. On the base-dependence of set of numbers recognizable by finite automata. // Math. Systems Theory, 1969, 3:2. – Pp. 186–192.
11. Muchnik An. A. The definable criterion for definability in Presburger arithmetic and its applications. // Theoretical Computer Science, 2003, vol. 290. – Pp. 1433–1444.
12. Semenov, A. L., Soprunov S. F., Uspensky V. A. The lattice of definability. Origins, recent developments, and further directions. // Computer Science – Theory and Applications. Springer International Publishing, 2014. – Pp. 23–38.
13. Elgot C. C., Rabin M. O. Decidability and undecidability of extensions of second (first) order theory of (generalized) successor. // The Journal of Symbolic Logic, 1966, vol. 31.2. – Pp. 169–181.
14. Сопрунов С. Ф. Разрешимые обогащения структур. // Вопросы кибернетики, 1988, т. 134. – С. 175–179.
15. Siefkes D. Undecidable extensions of monadic second order successor arithmetic. // Z. Math. Logik und Grundlagen der Math., 1971, vol. 17. – Pp. 383–394.
16. Семенов А. Л. Логические теории одноместных функций на натуральном ряде. // Известия Академии наук СССР. Сер. матем., 1983, т. 47, № 3. – С. 623–658.
17. Putnam, Hilary. Decidability and essential undecidability. // J. of Symbolic Logic, 1957, vol. 22, no. 1. – Pp. 39–54.
18. Kolmogorov A. N. On tables of random numbers. // Sankhyā, Indian J. Statist., Ser. A, 1963, vol. 25, no. 4. – Pp. 369–376.
19. Семенов А. Л., Мучник А. А. Об уточнении оценок Колмогорова, относящихся к датчикам случайных чисел и сложностному определению случайности. // Доклады Академии наук, 2003, т. 3991, № 6. – С. 738–740.
20. Мучник Ан. А., Семенов А. Л. О роли закона больших чисел в теории случайности. // Проблемы передачи информации. 2003. Т. 39, вып 1. – С. 134–165.
21. Semenov A., Muchnik An. 40 years of the Origin of Kolmogorov Randomness Theory // Сб. Колмогоров и современная математика. Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. Н. Колмогорова, Москва, 16–21 июня 2003 г. М., Издательство механико-математического факультета МГУ. 2003. – С. 677–678.

22. Семенова Е. Т. Метод автоматического кодирования (распознавания) смысловой информации ограниченного набора слов. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.: 05.00.00. Моск. энергет. ин-т, Москва, 1966. – 219 с.
23. Семенова Е. Т. Способ кодирования (распознавания) смысловой информации устной речи. // Св-во об изобретении 181882, 13.03.1965. https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000181882_19660421_A1_SU/ (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
24. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР. // Открытый архив СО РАН. [Электронный ресурс] http://odasib.ru/OpenArchive/Portrait.cshtml?id=Xu_rav1_634993802223476562_2905 (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
25. Семенов А. Л., Варданян В. А., Вишняков Ю. С., Гукасов И. И., Рудченко Т. А., Уваров А. Ю. Наследие А. И. Берга в кибернетике и образовании. От Совета по Кибернетике к Институту Берга // Труды V Международной конференции «Развитие вычислительной техники в России, странах бывшего СССР и СЭВ: история и перспективы» (SORUCOM–2020), 6–7 октября 2020 года, Москва. Под ред. А. Н. Томилина. НИУ ВШЭ, 2020. – С. 277–284. ISBN 978-5-6044274-3-9.
26. Ершов А. П., Кушниренко А. Г., Лебедев Г. В. Семенов А. Л., Шень А. Х. и др. Основы информатики и вычислительной техники. Пробный учебник для сред. учеб. заведений. // Под ред. А. П. Ершова. М., Просвещение, 1988. – 206 с. ISBN 5-09-000593-1.
27. iEARN. Empowers teachers and young people to work together online using the Internet and other new communications technologies. // [Электронный ресурс] <https://collaborate.iearn.org/> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
28. Московский детский клуб «Компьютер». // [Электронный ресурс] <http://www.notabene.ru/child/about.html/> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
29. Временный научно-технический коллектив «Школа-1». // Архив документов академика А. П. Ершова. [Электронный ресурс] <http://ershov.iis.nsk.su/ru> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
30. TERC. Because math and science build futures. // [Электронный ресурс] <https://www.terc.edu/> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
31. Семенов А. Л., Книерзингер А., Марчева К., Резвик С., Шмидт Э. Информатика в начальном образовании. Рекомендации ЮНЕСКО. // Пер. с англ. Под общ. ред. А. Л. Семенова. ИИТО ЮНЕСКО, 2000. – 92 с.
32. Андерсон Дж., Вирт Т. ван, Алагумалаи С., Уоррен Дж., Семенов А. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: учебные планы для средней школы и программы подготовки преподавателей // Авторизованный пер. с англ., переработанный и дополненный. Координаторы Е. Хвилон, М. Патру. Редактор-координатор русского перевода А. Семенов. Париж, ЮНЕСКО. М., ИНТ, 2005. – 168 с.
33. Аллен Н., Андерсон Дж., Дэвис Н., Муранов А., Томас Л., Уваров А. Информационные и коммуникационные технологии в подготовке преподавателей: руководство по планированию. // Пер. с англ., переработанный и дополненный. Координаторы: Е. Хвилон, М. Патру. Координатор русского перевода А. Семенов. Париж, ЮНЕСКО. М., ИНТ, 2005. – 288 с.
34. Мур М., Тейт А., Реста П., Гревил Р., Запарованный Ю. Открытое и дистанционное обучение: тенденции, политика и стратегии. // Пер. с англ., переработанный и дополненный.

- Координаторы Е. Хвилон, М. Патру. Редактор-координатор русского перевода А. Семенов. Париж: ЮНЕСКО. М., ИНТ, 2005. – 139 с.
35. Семенов А., Переверзев Л., Булин-Соколова Е. Информационные и телекоммуникационные технологии в общем образовании. Теория и практика — Information and Communication Technologies in Schools. A handbook for Teachers or How ICT Can Create New, Open Learning Environments // Авторизованный перевод с англ. Переработанный и дополненный. Координатор М. Патру. Париж, ЮНЕСКО. М., ИНТ, 2006. – 327 с.
 36. Калаш И., Булин-Соколова Е., Веракса А., Посицелькая М., Рубцов В., Семенов А., Токарева Н., Туйчиева И., Цапенко М. Возможности информационных и коммуникационных технологий в дошкольном образовании. Аналитический обзор // Ред. рус. пер. А. Семенов. М., ЮНЕСКО, 2011. – 176 с.
 37. Kalaš I., Bannayan H.E., Conery L., Laval E., Laurillard D., Lim C.P., Musgrave, S., Semenov A., Turcsányi-Szabó M. ICT in Primary Education Volume 1: Exploring the Origins, Settings and Initiatives. // Moscow, Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education. 2012. – 136 с.
 38. Русский язык, математика, информатика. 1-й кл. // ВНТК «Школа-1» [Врем. науч.-техн. коллектив по разраб. пед. прогр. продуктов и созданию системы опережающего образования на основе новых информ. технологий АН СССР; Н. Я. Виленкин и др.]. Пушкино : НЦБИ, 1988. – 29 с. Карточка хранения в РГБ: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001429761> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
 39. Семенов А. Л., Рудченко Т. А. Информатика. 3–4 классы. В 3 частях. Учебно-методический комплект (учебники, рабочие тетради, тетради проектов, поурочные разработки для каждой части) для общеобразоват. организаций. // М., Просвещение, ИНТ, 2019. Серия «Школа России».
 40. Рудченко Т. А., Семенов А. Л. Информатика. 1–4 классы. Учебно-методический комплект (учебники, рабочие тетради, тетради проектов, поурочные разработки для каждого года обучения) для общеобразоват. организаций // М.: Просвещение, ИНТ, 2011–2012. Серия «Перспектива».
 41. Семенов А. Л., Посицельская М. А., Посицельский С. Е., Рудченко Т. А. и др. Математика и информатика. 1–4 классы. Учебно-методический комплект (учебники и задачки) для общеобразоват. организаций // М.: МЦНМО, ИНТ, 2012–2019.
 42. Школа «Технологии обучения». [Электронный ресурс] <http://iclass.home-edu.ru> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).
 43. Булин-Соколова Е. И., Обухов А. С., Семенов А. Л. Будущее педагогическое образование. Направление движения и первые практические шаги // Психологическая наука и образование, 2014, т. 19, № 3. – С. 207–226.
 44. Семенов А. Л. Учим учиться и учить. О возрождении педагогического образования, принципах работы педагогического университета и перспективах его выпускников. // Российская газета, 7127(259), 15 ноября 2016 г.
 45. Хартия цифрового пути российской школы. [Электронный ресурс] <https://rffi.1sept.ru/document/charter> (дата обращения 25 декабря 2020 г.).

REFERENCES

1. Adyan, S. I., Semenov, A. L. & Uspensky, V. A. 2007, “Andrej Albertovich Muchnik (Nekrolog) – Andrej Albertovich Muchnik (Obituary)“, *Russian Mathematical Surveys*, 62(4), pp. 775–779.
2. *Albert Abramovich Muchnik*. Wikipedia. (2020) Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мучник,_Альберт_Абрамович (accessed 25 December 2020).
3. Allen, N., Anderson, J., Davis, N., Muranov, A., Thomas, L. & Uvarov, A. 2005. *Information and communication technologies in teacher training. Planning guide*. Transl. from eng., revised and expanded. Coordinators: E. Khvilon, M. Patru. Coordinator and Russian transl. ed. A. Semenov. Paris: UNESCO, Moscow: INT, 288 pp.
4. Anderson, J., Weert, T. van, Alagumalai, S., Warren, J., Semenov, A. 2005, *Information and communication technologies in education: secondary school curricula and teacher training programs*, Authorized translation from English, revised and expanded. Coordinators E. Khvilon, M. Patru. Coordinator and Russian transl. ed. A. Semenov. Paris: UNESCO, Moscow: INT, 168 pp.
5. Bolibruh A. A. 2013, *Vospominaniya i razmyshleniya o davno proshedshem – Memories and reflections on the long past*, Moscow, MCCME, 128 pp. <https://mccme.ru/free-books/izdano/2013/Bolibrukh.pdf> (accessed 25 December 2020).
6. Bulin-Sokolova, E. I., Obuhov, A. S. & Semenov, A. L. 2014, “Budushchee pedagogicheskoye obrazovaniye. Napravlenie dvizheniya i pervyye prakticheskiye shagi – The future of teacher education. Direction of movement and first practical steps“, *Psychological science and Education*, v. 19, No. 3, pp. 207–226.
7. *Church of St. Blaise In the Staraya Konushennaya Sloboda*. (2020) Available at: <https://hram-vlasiya.ru> (accessed 25 December 2020).
8. Cobham, A. 1969, “On the base-dependence of sets of numbers recognizable by finite automata“, *Math. Systems Theory*, 3, 186–192. doi: 10.1007/bf01746527/
9. Elgot, C. C. & Rabin, M. O. 1966, “Decidability and undecidability of extensions of second (first) order theory of (generalized) successor“, *J. symb. log.*, 31, pp. 169–181. doi: 10.2307/2269808.
10. Ershov, A. P., Kushnirenko, A. G., Lebedev, G. V. Semenov, A. L., Shen, A. H. et al. 1988, *Osnovy informatiki i vychislitelnoy tehniki – Fundamentals of Computer Science and Engineering*, A trial textbook for general educ. org., ed. by A. P. Ershov. Moscow, Prosveshchenie, 1988, 206 pp. ISBN 5-09-000593-1.
11. *Hartia cifrovogo puti rossijskoj shkoly – Charter of the digital path of the Russian school*. (2020) Available at: <https://rffi.1sept.ru/document/charter> (accessed 25 December 2020).
12. *iEARN. Empowers teachers and young people to work together online using the Internet and other new communications technologies*. Available at: <https://collaborate.iearn.org/> (accessed 25 December 2020).
13. Kalaš, I., Bannayan, H. E., Conery, L., Laval, E., Laurillard, D., Lim, C. P., Musgrave, S., Semenov, A. & Turcsányi-Szabó, M. 2012, *ICT in Primary Education Volume 1: Exploring the Origins, Settings and Initiatives*. Russian transl. ed. A. Semenov. Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education, Moscow, 136 pp.

14. Kalaš, I., Bulin-Sokolova, E., Posicelskaja, M., Tokareva, N., Tsapenko, M., Tychieva, I., Rubtsov, V., Semenov, A. & Veraksa, A. 2011, *Recognizing the potential of ICT in early childhood education. Analytical survey*. Russian transl. ed. A. Semenov. Moscow, Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education. 176 pp.
15. Kolmogorov, A.N. 1963, "On Tables of Random Numbers", *Sankhyā, Indian J. Statist., Ser. A*, vol. 25, no. 4, pp. 369–376.
16. Konstantinov, N. N. 2002, "Matematicheskiye kruzhki ran'she... — Mathematical circles before...", *Mathematical education*, ser. 3, No. 6, pp. 38–48. Available at: <http://www.mathnet.ru/links/4969931a838d2cd422dbc2ed8712b8bd/mp98.pdf> (accessed 25 December 2020).
17. Moore, M. G., Tait, A., Resta, P., Rumble, G. & Zaparovanny, Yu. 2005, *Open and distance learning. Trends, policies and strategies*. Transl. from eng., revised and expanded. Coordinators: E. Khvilon, M. Patru. Coordinator and Russian transl. ed. A. Semenov. Paris: UNESCO. Moscow: INT, 139 pp.
18. *Moscow children club «Computer»*. Available at: <http://www.notabene.ru/child/about.html/> (accessed 25 December 2020).
19. Muchnik, An. A. 2003, "The definable criterion for definability in Presburger arithmetic and its applications", *Theoretical Computer Science*, vol. 290, pp. 1433–1444. doi: 10.1016/s0304-3975(02)00047-6/
20. Muchnik, A. A. & Semenov, A. L. 2003, "On the Role of the Law of Large Numbers in the Theory of Randomness", *Problems of Information Transmission*, vol. 39, pp. 119–147. doi: 10.1023/A:1023638717091/
21. Putnam, H. 1957, "Decidability and Essential Undecidability", *J. Symbolic Logic*, vol. 22, no. 1, pp. 39–54. Available at: <https://projecteuclid.org/euclid.jsl/1183732662> (accessed 25 December 2020).
22. Putyatin N. N. 1975, *Radiokonstruirovaniye: metodicheskoye posobiye dlya rukovoditelej radio-kruzhkov – Radiokonstruktor: Toolkit for radio-club managers*, Moscow, DOSAAF. – 222 pp.
23. Rudchenko T. A. & Semenov A. L. 2011–2012, *Informatika. 1–4 klassy – Informatica. 1–4 grades*. Educational set (textbooks, workbooks, project notebooks for each year of study) for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie, Institute of New Technologies, "Perspektiva" series.
24. *Russkiy yazyk, matematika, informatika. 1-j kl. – Russian language, mathematics, informatics. 1st grade*. VNTK "Shkola-1" (Temp. Scient.-Tech. team for the development of educational programs and the creation of a system of advanced education based on new information technologies of the USSR Academy of Sciences; N. Ya. Vilenkin et al). Pushchino, NCBI, 1988. – 29 pp. Catalog card of The Russian National Library: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001429761> (accessed 25 December 2020).
25. Salomaa, A. & Soittola, M. 1978, "Automata-Theoretic Aspects of Formal Power Series". *Springer New York*. doi: 10.1007/978-1-4612-6264-0/
26. Semenov, A. L. 1973, "Algoritmicheskie problemy dlya stepennykh rjadov i kontekstno-svobodnykh grammatik – Algorithmic problems for power series and context-free grammars", *Proc. USSR Acad. Sci.*, vol. 212, pp. 50–52.

27. Semenov, A. L. 1983, “Logical theories of one-place functions on the set of natural numbers“, *Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat.*, 47(3), pp. 623–658.
28. Semenov, A. L. 2016, “Uchim uchitsya i učit’. O vrozozhdenii pedagogicheskogo obrazovaniya, principah raboty pedagogicheskogo universiteta i perspektivah ego vypusnikov – We teach to learn and teach. On the revival of pedagogical education, the principles of the pedagogical University and the prospects of its graduates“, *Rossiyskaya Gazeta*, 7127(259), November 15, 2016.
29. Semenov, A., Knierzinger, A. J., Martcheva, K., Roesvik S. & Schmidt, E. 2000, *Informatics for Primary Education. Recommendations*. Russian transl. ed. A. Semenov. Russian Federation: UNESCO Institute for Information Technologies in Education, Moscow, 92 pp.
30. Semenov, A. L. & Muchnik, A. A. 2003, “40 years of the Origin of Kolmogorov Randomness Theory“, *Kolmogorov i sovremennaja matematika. Abstracts of reports of the international conference., dedicated to the 100th anniversary of A. N. Kolmogorov (25.04.1903–20.10.1987)*, Moscow, pp. 677–678.
31. Semenov, A. L. & Muchnik, A. A. 2003, “An Improvement of Kolmogorov’s Estimates Related to Random Number Generators and a Definition of Randomness in terms of complexity“, *Proceedings of the Russian Academy of Sciences*, vol. 68(1) , pp. 132–134.
32. Semenov, A., Pereverzev, L., Bulin-Sokolova, E. 2006, *Information and Communication Technologies in Schools. A handbook for Teachers or How ICT Can Create New, Open Learning Environments*, Authorized translation from English, revised and expanded. Coordinator M. Patru. Paris: UNESCO. Moscow: INT, 327 pp.
33. Semenov A. L., Posicelskaja M. A., Posicelskij S. E. & Rudchenko T. A. et al. 2012–2019, *Matematika i informatika. 1–4 klassy – Mathematics and Informatics 1–4 grades*. Educational set (textbooks and workbooks for each year of study) for general educ. organizations. Moscow, MCCME, INT.
34. Semenov A. L. & Rudchenko T. A. 2019, *Informatika. 3–4 klassy – Informatica. 3–4 grades*. In 3 parts. Educational set (textbooks, workbooks, project notebooks for each part) for general educ. organizations. Moscow, Prosveshchenie, Institute of New Technologies, “Shkola Rossii“ series.
35. Semenov, A., Soprunov, S. & Uspensky, V. 2014, “The Lattice of Definability. Origins, Recent Developments, and Further Directions“, *Computer Science – Theory and Applications*, Springer International Publishing, pp. 23–38. doi: 10.1007/978-3-319-06686-8_3/
36. Semenov, A. L., Vardanyan, V. A., Vishnyakov, Yu. S., Gukasov, I. I., Rudchenko, T. A. & Uvarov, A. Yu. 2020, “Naslediye A. I. Berga v kiberketike i obrazovanii. Ot Soveta po Kibernetike k Institutu Berga – Axel Berg’s Legacy in Cybernetics and Education. From the Council on Cybernetics to Axel Berg Institute“, *Proceedings of the V International Conference “Development of Computer Technology in Russia, the Former USSR and COMECON: History and Prospects“ (SORUCOM-2020), 6–7 October 2020, Moscow*. Ed. by A. N. Tomilin. Higher School of Economics, pp. 277–284. ISBN 978-5-6044274-3-9.
37. Semenova, E. T. 1965, *Sposob kodirovaniya (raspoznavaniya) smyslovoj informacii ustnoj rechi – Encoding (recognition) method of semantic information of oral speech coding*. Certificate on invention No. 181882, 13.03.1965. https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000181882_19660421_A1_SU/ (accessed 25 December 2020).

38. Semenova, E. T. 1966, *Metod avtomaticheskogo kodirovaniya (raspoznavaniya) smyslovoj informacii ogranichennogo nabora slov – A method of automatic coding (OCR) semantic information of a limited set of words*. The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical sciences: 05.00.00. Mosk. energet. in-t, Moscow, 219 pp.
39. *Shkola “Tehnologii obucheniya” – School “Learning Technologies”*. Available at: <http://iclass.home-edu.ru> (accessed 25 December 2020).
40. Siefkes, D. 1971, “Undecidable extensions of monadic second order successor arithmetic“, *Z. Math. Logik und Grundlagen der Math.*, vol.17, pp. 383–394.
41. *Scientific Council for Cybernetics of the Academy of Sciences of the USSR*. Open archive of Siberian Branch of RAS (accessed 25 December 2020). Available at: http://odasib.ru/OpenArchive/Portrait.cshtml?id=Xu_pavl_634993802223476562_2905.
42. Soprunov, S. F. 1988, “Decidable expansions of structures“, *Vopr. Kibern.*, 134, pp. 175–179.
43. *Temporary scientific and technical team “School-1”*. Archive of documents of Academician A. P. Ershov. Available at: <http://ershov.iis.nsk.su/ru/> (accessed 25 December 2020).
44. *TERC. Because math and science build futures*. Available at: <https://www.terc.edu/> (accessed 25 December 2020).
45. *Zoological museum of Moscow University*. Available at: <http://zmmu.msu.ru/musei/istoriya> (accessed 25 December 2020).

Получено 10.12.2020 г.

Принято в печать 21.02.2021 г.