

Математика и информатика в свободном образовании

Введение

“Математика для свободных искусств” (Liberal Arts Mathematics, Mathematics for Liberal Arts) представляет собой особый тип учебных программ и учебников математики, которые используются в США и многих других странах в институтах высшего свободного (либерального) образования. В настоящей работе мы приводим историческую справку и критический обзор существующих учебников и программ такого рода, делая специальный акцент на их междисциплинарном характере.

Преподавание информатики как отдельной дисциплины вообще, и преподавание информатики в рамках программ свободного образования, в частности, тесно связано с преподаванием математики, но имеет более короткую историю, которая восходит к 1960-м годам. В следующем разделе мы опишем ту часть этой истории, которая имеет отношение к преподаванию в колледжах свободных искусств, а в третьем разделе обсудим современное состояние вопроса.

В заключительном разделе этой работы мы обсудим опыт и перспективы преподавания математики и информатики в рамках образовательной модели свободных искусств в российских университетах.

Историческая справка:

а) математика

Современная концепция математики для свободных искусств исторически восходит к дискуссиям о содержании курса “общей математики” для колледжей, которые велись в сообществе преподавателей математики в США начиная с первых десятилетий 20-го века [11], и которые продолжаются и сегодня [23]. Чтобы понять контекст этих дискуссий, нужно отступить еще по крайней мере на столетие назад и сказать несколько слов об истории концепции и практики свободного образования в ее американском варианте. Важным историческим документом, который и сегодня продолжает влиять на многие практики и теории свободного университетского образования в США, является так называемый Йельский Доклад 1828-го года [32]. Этот документ подписанный группой преподавателей Йельского Колледжа представляет собой реакцию на выдвинутое ранее предложение Президента этого колледжа исключить из учебных программ преподавание классических языков (латыни и греческого) и литературы на этих языках и заменить их на специализированное преподавание естественных наук. Авторы Йельского Доклада протестуют против предложенной реформы и защищают идею общего неспециализированного образования на уровне колледжа, в котором акцент делается на развитие личности и расширение кругозора, а не на приобретение тех или иных

специальных знаний. Таким образом авторы Йельского Доклада пытались противодействовать набирающей на протяжении всего 19-го века силу в США тенденции превращения построенных по традиционной для этой страны Британской модели колледжей свободных искусств в институты высшего профессионального образования построенные по новой и прогрессивной для того времени Германской модели университета, в рамках которой студенты должны были получать профессиональные знания и навыки, соответствующие их будущей инженерной или научной специальности. Хотя Йельский Доклад и не смог полностью предотвратить переориентацию университетского образования в США по Германской модели, он оказал значительное влияние на академическое сообщество и политическую элиту, позволив сбалансировать тренд в направлении специализации и профессионализма вниманием к общим образовательным, культурным и личностным аспектам университетского образования [22, 24]. Эта сторона университетского образования и сегодня, как правило, описывается и обсуждается в США в терминах традиционной для этой страны концепции свободного (либерального) образования. Разумеется, за прошедшие почти 200 лет со времени публикации Йельского Доклада сама концепция свободного образования претерпела существенные изменения. Сегодня эта концепция уже не предполагает обязательного фокуса на изучении классической латинской и древне-греческой литературы. Тем не менее, концепция Свободных Искусств и Наук в ее сегодняшнем виде, которая в последние годы опять становится популярной в США и успешно экспортируется в другие страны, включая современную Россию, сохраняет свои основные фундаментальные черты обозначенные в Йельском Докладе и других исторических документах.

На рубеже 19-го и 20-го веков упомянутые выше реформы американских университетов по Германской модели были в значительной мере реализованы, в результате чего профессиональное университетское образование в США получило значительное развитие. При этом остро встал вопрос о содержании базовых учебных программ математики для сохранившихся традиционных колледжей свободных искусств. Такие программы должны были отличаться по своему характеру как от учебных программ используемых для профессиональной подготовки математиков, так и от учебных математических программ используемых при подготовке специалистов инженерных и естественно-научных специальностей. Учебные программы по математике предназначенные для колледжей свободных искусств должны были быть самодостаточными, то есть не требующими от студентов предварительных математических знаний и умений за пределами школьной программы, и очень ограниченными по объему по сравнению с содержанием математических образовательных программ используемых в специальном математическом, естественно-научном и инженерном образовании. По указанным выше историческим причинам, такого рода программы в США по умолчанию и сегодня продолжают называться учебными программами “математики для свободных искусств”.

Университетское образование в России в течении 18-19 веков развивалось иначе, опираясь на опыт ведущих стран континентальной Европы [33]. Германская модель организации

университета на протяжении всего 19-го века оставалась для России доминирующей и не испытывала конкуренции со стороны альтернативных моделей. Поэтому концепция “математики для свободных искусств”, которая исторически тесно связана с традиционной Британской коллегиальной моделью университета, не имеет точного аналога в нашей отечественной традиции университетского математического образования. В качестве ближайшего аналога можно указать на университетские программы и учебники по математике для студентов гуманитарных специальностей, которые были написаны и опробованы в течении последних нескольких десятилетий (см., например, [34]). Однако эта аналогия является неточной, поскольку концепция “математики для свободных искусств” вовсе не предполагает у учащихся профессиональной специализации и ни в коей мере не исключает более глубокое и более специальное изучение математики и других точных наук на последующих ступенях университетского образования. В заключительном разделе настоящей работы мы вернемся к вопросу о том, каким образом концепция “математики для свободных искусств” может быть использована в контексте отечественного университетского образования.

В 1923-м году Национальный комитет по математическому образованию США выпустил доклад [21], согласно которому общий курс математики для колледжей должен преследовать тройную цель: (i) утилитарную (в отношении практической пользы для повседневной жизни), (ii) дисциплинарную (в отношении тренировки и развития индивидуальных интеллектуальных способностей студентов) и (iii) культурную. Представители движения “социальной эффективности” (Social Efficiency movement), которое играло важную роль в педагогических дискуссиях в США в 1920-е годы, считали, что в существующих образовательных программах по математике второй из этих целей (развитие общих интеллектуальных способностей) уделяется неоправданно много внимания по сравнению с первой (практическая польза), и предлагали ограничить содержание общего курса математики для колледжей только той математикой, которая нужна в повседневной жизни [14]. Однако основные усилия профессионального сообщества были в это время направлены на достижение последней цели (культурной), поскольку такая цель ранее вовсе не принималась во внимание. Содержание и смысл культурного аспекта математики разные авторы понимали по-разному. Некоторые авторы включая Морриса Клайна подчеркивали укорененность математики в общей материальной и интеллектуальной культуре того историко-географического региона, в котором соответствующая область математики получила первоначальный импульс для своего развития. Чтобы подчеркнуть связь математики с таким образом понятой культурой эти авторы строили свои математические курсы на исторической основе [15, 16]. Другие авторы, включая Арнольда Дрездена, рассматривали математику и математическое образование как самостоятельную культурную силу, которая обладает значительным потенциалом для преобразования общества [8,9]. Дрезден и некоторые другие авторы учебников математики для свободных искусств первой половины 20-го века в этой же связи подчеркивали роль математического образования в развитии критического мышления и воспитании достойного гражданина демократического государства [9].

Всякая попытка создания общего курса математики для колледжей немедленно сталкивается с проблемой выбора математического содержания и его унификации в рамках небольшого (по сравнению с профессиональными многоступенчатыми образовательными программами) количества лекций и объема единого учебника. Один из возможных путей решения проблемы состоит в том, чтобы отказаться в таком общем курсе от технического аспекта математики и ограничиться неформальным объяснением важных математических идей и понятий.

Прототипом более поздних учебников математики для свободных искусств идущих по этому пути можно считать книгу А.Н. Уайтхеда 1911-го года [31], которая, по словам автора, имеет своей целью не научить математике, а объяснить читателю предмет этой науки. Близкой по своему смыслу является идея заменить подробное изучение тех или иных разделов математики общим обзором, который бы позволил студентам увидеть взаимную связь между различными разделами чистой и прикладной математики и место математики в науке, технике и экономике. В конце 1930-х годов такой подход защищал, в частности Р. Баттс [6]. В подобном междисциплинарном духе написан популярный учебник Якобса озаглавленный “Математика: человеческое начинание”, первое издание которого вышло в 1970-м году, а последние третье издание в 1994-м году [13].

Наконец, некоторые авторы решали проблему унификации математического содержания для целей математики свободных искусств более традиционным образом, а именно с помощью логических оснований математики. Такой подход был впервые систематически использован в популярном учебнике Ричардсона увидевшем свет в 1941-м году [25]. Ричардсон начинает свое изложение с логических принципов индуктивного и дедуктивного рассуждения и излагает основы “постуляционной анализа” (postulational analysis), который представляет собой вариант современного аксиоматического метода, получивший развитие в США в первые десятилетия 20-го века. Логический подход к изложению основ математики Ричардсон совмещает в своем учебнике с историческим подходом к предмету.

Таким образом, историю математики для свободных искусств в современном смысле слова можно отсчитывать начиная с 1920х годов. Как мы только что видели, различные авторы решали проблему создания компактного общего курса математики для университетских колледжей свободных наук и искусств очень по-разному. Анализируя этот исторический материал, мы можем выделить следующие подходы к разработке учебной программы общей математики для колледжей (математики для свободных искусств), которые не являются попарно взаимоисключающими:

(1) утилитарный подход, при котором основной акцент делается на использование математики в жизни рядового гражданина демократического государства (движение Социальной Эффективности);

(2) историко-культурный подход, который рассматривает математику в контексте интеллектуальной и материальной культуры человеческого общества (М. Клайн);

(3) социо-культурный подход, который рассматривает математику и математическое образование как существенный общественный и политический фактор (А. Дрезден)

(4) концептуальный подход, при котором делается акцент на овладение математическими понятиями и идеями и резко снижаются требования к овладению техническими навыками таких как, например, решение алгебраических уравнений (А.Н. Уайтхед).

(5) обзорный подход, при котором существенное место уделяется описанию дисциплинарной структуры математики, приложений математики и места математики среди других научных и технических дисциплин (Р. Баттс)

(7) фундаментальный подход, при котором существенный акцент делается на логические и аксиоматические основания математики (М. Ричардсон).

Имея в виду такое разнообразие подходов, можно усомниться в том, что “математика для свободных искусств” представляет собой какую-то единую концепцию. Действительно, авторы разнообразных учебников “математики для свободных искусств”, по всей видимости, часто используют это название просто в качестве удобного и понятного ярлыка, решая более специальные задачи, и не связывая себя при этом никакой определенной системой общих принципов, которую можно было бы считать теоретической основой концепцией свободного образования в применении к преподаванию математики на уровне колледжа. Тем не менее, даже в таких случаях использование этого названия нельзя назвать случайным. Авторы учебников “математики для свободных искусств” действовали и продолжают действовать сегодня в академической среде и в системе академических институтов, в которой идеи и принципы свободного образования играют существенную роль. В рамках этой системы университетского образования, а именно университетской системы США, математика для свободных искусств существует в качестве институализированной единицы, которая включает преподавателей и студентов и требует соответствующих учебных программ и учебников. Поэтому даже в тех случаях, когда авторы учебников и программ “математики для свободных искусств” не ставят перед собой цели воплотить в своей предметной области некие общие идеи и принципы свободного образования, они вынуждены отвечать на одни и те же запросы, которые к ним предъявляет существующие институты свободного образования применительно к математике. То что объединяет различные подходы к преподаванию “математики для свободных искусств” - это не общее математическое содержание и не общая методология или дидактика, а скорее общая цель, которая состоит в том, чтобы донести до учащихся элементы математических знаний и умений, которые могут представлять общий интерес и будут значимыми вне зависимости от будущей профессиональной и жизненной карьеры конкретного студента. Эта интересная задача не имеет и не предполагает единственного решения. Как будет показано в следующем разделе настоящей работы, современные учебники математики для

колледжей свободных искусств отличаются таким же разнообразием.

б) информатика

Информатика является намного более молодой наукой, чем математика. Это замечание в равной мере касается и истории университетского образования в области компьютерных наук, которая начинается не ранее второй половины 20-го века. В 1968-м году Американская Ассоциация вычислительных машин (Association for Computing Machinery, ACM) впервые выпустила список методических рекомендаций по составлению учебных программ по компьютерным наукам (информатики) предназначенный для американских университетов [1]. Эта публикация стала важным шагом в организации преподавания компьютерных наук в США и в других странах. Недостатком этих рекомендаций было то, что в них не учитывался тип университета и даже степень образования (магистры или бакалавры). На практике эти рекомендации лучше всего подходили для технических университетов и инженерных школ, где образовательные программы в области компьютерных наук и были созданы в первую очередь.

В 1984-м году группа из 9 профессоров организовала рабочую группу для обсуждения вопросов методики преподавания компьютерных наук в колледжах свободных искусств [30]. В 1986-м году эта группа энтузиастов выпустила первое издание методических рекомендаций по преподаванию компьютерных наук, которые были специально предназначены для таких колледжей [12]. В 1996-м году была опубликована обновленная версия такого документа [29]. На сегодняшний день рабочая группа, которая продолжает развивать этот проект, насчитывает 24 члена и использует для самоназвания акроним LACS (Liberal Arts Computer Science, компьютерные науки для свободных искусств.) Последние новости касающиеся работы этой группы можно найти на ее сайте расположенном по адресу <http://cs.wellesley.edu/~lacs/index.htm>

Публикуемые группой LACS методические рекомендации определяют специфику преподавания в колледжах свободных искусств применительно к компьютерным наукам: подчеркивается ориентация на проблемный подход, необходимость изучения этических и социальных аспектов цифровизации, необходимость коснуться большого количества специальных тем в рамках небольшого по продолжительности учебного курса. Последний момент является общим для учебных программ по математике и программ по компьютерным наукам. Однако в остальном сравнение с преподаванием математики демонстрирует резкий контраст. Если преподавание “математики для свободных искусств” представляет собой развитую индустрию, которая имеет достаточно долгую историю и которая представлена большим количеством программ и учебников, то в случае компьютерных наук мы имеем на сегодняшний день только список методических рекомендаций общего характера и очень небольшое количество специализированных учебных пособий. О некоторых новейших подходах в этой важной и интересной области будет сказано в последней части следующего

раздела настоящей работы.

Современные учебники и методические пособия:

а) математика

В этом разделе работы мы приводим обзор современных учебных и методических пособий по математике, которые предназначены для колледжей и программ свободных искусств. Все они изданы после 2010-го года, но часть из них являются переизданиями. Для этого обзора мы выбрали 9 пособий [2, 3, 4, 5, 10, 18, 19, 27, 28], одно из которых [10] представляет собой серию из 11 отдельных учебников объединенных единым форматом и изданные одной и той же группой авторов. Для анализа этого материала мы используем 7 направлений (подходов), которые мы выделили в предыдущем разделе этой работы на основе более старых источников. Эти семь направлений в общем и целом адекватно описывают современные учебники. Используя эти выделенные направления для целей классификации, мы допускаем возможность попадания одного и того же учебника сразу в два или большее число направлений. Те черты некоторых современных учебников, которые выходят за рамки используемой нами классификации, описаны ниже отдельно. Описания и анализ учебных пособий [2, 3, 4, 5, 10, 18, 19, 27, 28] представлены ниже в алфавитном порядке первых авторов этих пособий.

Учебник [2], как явствует из его названия, носит **обзорный** характер и включает в себя элементы теории чисел, элементарной алгебры, теории функций действительного переменного, теории графов и теории вероятности. В этом учебнике не делается попытки рассказать учащимся даже на уровне простого описания о более сложных областях математики. Вместе с тем, данный учебник использует элементы **фундаментального** подхода: изложение начинается с элементов теории множеств и математической логики. Этот материал активно используется, в частности, в специальном разделе, в которой речь идет о “математических системах”, и которая включает в себя элементы теории групп. (Авторы используют термин “математическая система” для обозначения понятия, которое в математике обычно называется полугруппой. Эта терминологическая новация, по всей видимости, мотивирована педагогическими соображениями. На наш взгляд, она не вполне оправдана.) Учебник также содержит многочисленные **исторические** комментарии, которые, впрочем, не определяют структуру изложения материала. Наконец, учебник содержит материал **утилитарного** характера, включая главу “потребительская математика”, где отдельный раздел посвящен математическим аспектам ипотеки. Последняя глава учебника, в которой обсуждаются математические аспекты различных систем голосования и справедливого распределения ресурсов, позволяет говорить также о **социальном** значении математики, которое подчеркивается в данном учебнике. Среди достоинств учебника можно отметить блоковую организацию текстов, использование возможностей цветной печатной графики, наличие большого количества упражнений для самостоятельной работы и вообще внимательную методическую проработку всего текста.

Учебник [3] - единственный в нашем списке, систематически использующий **исторический** (и даже строго хронологический) принцип изложения материала. Большое внимание (по сравнению с более традиционной историко-математической литературой обзорного или популярного характера) здесь уделяется китайской, индийской и арабской математическим традициям. Впрочем, строго исторически организована только первая часть данного учебника. Вторая часть озаглавленная “Два столпа математики” претендует на систематическую организацию; под “двумя столпами” авторы понимают математический анализ (то есть, дифференциальное и интегральное исчисление) и арифметику (теорию чисел). В предисловии авторы объясняют этот выбор дисциплин тем, что они имеют особенно многочисленные приложения. На наш взгляд, такой выбор представляется достаточно искусственным и характеризующим скорее личные предпочтения авторов или, возможно, какие-то случайные обстоятельства написания данного учебника. При использовании этого учебника у преподавателей и студентов может возникнуть ложное впечатление, что математический анализ и арифметика имеют в математике первостепенное значение по сравнению с геометрией, алгеброй и другими математическими дисциплинами.

Учебник [4] подобно учебнику [2] сочетает элементы **фундаментального, утилитарного и социального** подходов, дополняя эти подходы **концептуальным**. Начиная с первой главы, посвященной логике, сильный акцент сделан на использовании математики для решения задач практического характера, включая финансовые. Логика в этом пособии излагается сначала в традиционном неформальном виде как теория индуктивных и дедуктивных рассуждений, и только затем излагается в более формальном и математизированном виде. На протяжении всего учебника авторы включают “упражнения по критическому мышлению”, в которых учащимся предлагает ответить на вопрос, “имеют ли смысл” следующие далее вопросы и утверждения, а также обосновать свою точку зрения. Учебник [4], как и учебник [2] использует нетрадиционный полиграфический дизайн и предполагает одновременное использование рекомендованных электронных ресурсов.

Учебник [5] имеет ярко выраженный **утилитарный** (прикладной) характер. Изложение материала начинается драматическим описанием авиационной катастрофы, причиной которой стала на первый взгляд незначительная ошибка в расчете необходимого количества топлива при заправке машины. В учебник включены такие нестандартные сюжеты как визуализация данных, оценка рисков финансовых операций, элементы теории принятия решений, математические аспекты музыкальной гармонии.

Во всех случаях изложение ведется на конкретных примерах подобно тому, как это обычно делается в начальной школе. Такой подход, очевидно, позволяет привлечь внимание студентов и подчеркнуть прикладной и междисциплинарный аспекты математики. Однако, вызывает вопросы отсутствие всякой попытки научить студентов навыкам математической абстракции. Даже если понимать математику строго утилитарно и считать целью математического образования исключительно развитие навыков использования математики как инструмента для

решения разнообразных проблем за ее пределами, определенный уровень математической абстракции может помочь студентам лучше освоить изучаемые математические методы и затем использовать эти методы в новых контекстах. Изучение математики в практических контекстах вместо того, чтобы быть подспорьем, на более высоких уровнях обучения может превратиться в обузу. Впрочем, обучения математике по таким образом составленному учебнику в любом случае представляет собой интересный педагогический эксперимент, результаты которого невозможно предсказать заранее.

[10] - это не отдельный учебник, а находящаяся в свободном доступе цифровая образовательная платформа, которая помимо других ресурсов включает в себя 11 написанных в более традиционной форме учебников, полный список которых приведен в библиографии. Все эти учебники написаны в развлекательном стиле и помимо традиционных заголовков содержат отдельные книги, посвященные математическим аспектам живописи и скульптуры, танца, игр и головоломок. Авторы не пытаются выстроить весь этот материал в единую систему, предполагающий определенный порядок его освоения, а вместо этого в начале каждого тома описывают “правила навигации”, которые позволяют читателю ориентироваться в математическом содержании. По нашей классификации подход авторов данного образовательного проекта нужно в первую очередь характеризовать как **обзорный**, однако учебники также содержат много **исторического** материала. Особый фокус авторы проекта делают на **эстетическом** аспекте математики, который только эпизодически затрагивается в других пособиях из нашего списка.

Учебник [18], как явствует из его названия, в качестве основного использует **социальный** подход к изучению математики. Изложение начинается с задач на вычисление налогов и продолжается теорией голосования, теорией принятия решений и теорией справедливого распределения. Только в конце (а не в начале как при фундаментальном подходе) изложения в данном учебнике появляются такие более абстрактные темы как логика и теория множеств. Помимо этого в учебнике используется **исторический** материал, а также включены элементы статистики, теории математических моделей роста, фрактальной геометрии и криптографии. Как и в случае [5] обращает на себя внимание подчеркнута “конкретный” характер представления математического содержания в духе учебников для начальной школы.

Учебник [19] использует **концептуальный** и одновременно **фундаментальный** подход. Изложение начинается с основ логики (сначала неформальной и затем более формальной) и теории множеств. На этой основе авторы вводят элементы теоретической арифметики, геометрии, теории вероятности и статистики. Особый раздел, который не имеет прямых аналогов в других учебниках из нашего списка, посвящен теории алгоритмов и вычислений. В конце учебника приведены два традиционных **утилитарных** (прикладных) раздела, которые имеют **социальное** значение. Эти заключительные разделы включают математическую теорию управления личными финансами, теорию голосования и теорию справедливого распределения.

Учебник [27] подобно учебникам [2], [4] и [19] сочетает **фундаментальный** подход с акцентом на **социально** значимые приложения, которые включают “потребительскую математику”, элементы статистики и теорию голосования.

Учебник [28], если судить по названию, задуман как **обзорный**, однако имеет специфическую структуру и содержание. Подобно [18] учебник [28] начинается с прикладных **социальных** аспектов: теории голосования и теории справедливого распределения (без предварительного обсуждения математических оснований этих теорий), затем обсуждается теория управления с использованием теории графов и теории сетей, теория роста и финансовая математика. В следующей главе озаглавленной “Фигуры и формы”, имеющей более **концептуальный** и более отвлеченный характер, рассматриваются симметрии (на многочисленных красочных примерах и без использования теоретико-группового подхода), фрактальная геометрия и числа Фибоначчи. После этого отхода в более абстрактные области математики, учебник завершается главой о статистике (снова в контексте социально значимых приложений).

Как мы видим, используемые сегодня учебники математики для свободных искусств отличаются таким же или даже бОльшим разнообразием, чем их исторические предшественники. Некоторые учебники такие как [2], [4], [19] и [27] имеют традиционную структуру даже если имеют не вполне традиционное содержание: они начинаются с изложения оснований математики, продолжаются изложением некоторых базовых математических теорий и завершаются обсуждением приложений этих теорий за пределами чистой математики. В отличие от учебников этой первой группы, учебники [5], [18] и [28] начинаются с решения прикладных задач и только затем переходят к более абстрактным математическим теориям. Отдельно в этом ряду стоит учебник [3], который использует исторический порядок изложения материала и проект [10], в котором порядок изложения не является жестко фиксированным. Последний подход нам представляется наиболее интересным и перспективным.

а) информатика

Поскольку практика преподавания информатики в колледжах свободных искусств на сегодняшний день значительно менее развита, чем практика преподавания математика, в случае информатики мы вынуждены ограничиться более кратким обсуждением.

Американская ассоциация вычислительных машин (АСМ) и институт инженеров электротехники и электроники совместно выпустили в 2013 году методические указания для составления программ компьютерных наук для колледжей, включая колледжи свободных искусств [7]. Этот документ на сегодняшний день следует считать действующим. В нем

отмечена специфика преподавания компьютерных наук в колледжах свободных искусств, связанная с одной стороны, с ограниченным объемом обязательных курсов и предоставленной студентам возможностью выбирать значительное число курсов по своему усмотрению. К специфике таких учебных программ по компьютерным наукам также относится присутствие курсов по компьютерным наукам междисциплинарной направленности, которые касаются таких общих тем как влияние компьютерных технологий на общество, компьютерная этика, цифровая гуманитаристика.

Новый перспективный подход к преподаванию компьютерных наук как элемента свободного образования развивают сотрудники Новой Школы (New School) в Нью-Йорке, где с 2020-го года студенты обучаются по программе “Программирование как свободное искусство” (Code as a Liberal Art) [17]. В сотрудничестве с Новой Школой Н. Монтфортом был ранее написан и издан учебник “Исследовательское программирование для искусств и гуманитарных наук” [20], который теперь предлагается к использованию в этой новой учебной программе. Среди других полезных для этой цели пособий можно указать на сборник статей под редакцией С. Шрайбман и др. по цифровой гуманитаристике [26].

Заключение: перспективы преподавания математики и информатики как свободных искусств в России

Образовательная модель свободных искусств и наук является для нашей страны новой, и ее реализация требует значительных усилий институционального характера. В частности, эта касается преподавания математики и информатики в рамках этой новой для нас образовательной модели. Хотя математика и информатика по самой своей природе имеют универсальный общечеловеческий характер, традиции преподавания этих дисциплин имеют национальную и культурную специфику.

Традиция университетского преподавания математики в нашей стране восходит по крайней мере к 18-му веку и имеет заслуженное международное признание [33]. Однако прямого аналога преподавания “математики для свободных искусств” в отечественной традиции нет. Как мы уже говорили выше, с исторической точки зрения это обстоятельство можно объяснить тем, что традиционная коллегиальная Британская модель университета, которая является историческим прототипом современных колледжей свободных искусств, в России никогда ранее не использовалась.

Хотя органическое сочетание теоретических и прикладных аспектов математики справедливо считается сильной стороной отечественной традиции математического образования, прикладная математика понимается в отечественной традиции в первую очередь применительно к естественно-научным и инженерным задачам, но не применительно к таким социально, практически значимым задачам как принятие коллективных решений посредством голосования, справедливое распределение ресурсов или управление собственными финансами.

Разумеется, такого рода отличия между национальными традициями в образовании вообще в математическом образовании в частности отражают специфику общественно-политических реалий в различных странах. Однако, отсюда не следует, что образовательные программы должны только приспособляться к существующим общественно-политическим реалиям. Образовательные программы могут также играть активную социальную роль. Развитие программ свободного образования в России будет способствовать общественному прогрессу в нашей стране и поможет наполнить реальным содержанием многие общественные и политические институты, которые сегодня в значительной мере существуют только на бумаге. Это общее замечание касается преподавания математики не в меньшей мере, чем преподавания общественных и гуманитарных дисциплин.

Развитие преподавания математики и информатики как свободных искусств в России представляет собой новый интересный вызов. Успешный опыт преподавания этих дисциплин на факультете Свободных искусств и наук Санкт-Петербургского государственного университета в течении двух последних десятилетий позволяет нам утверждать, что модель свободного образования вообще, и преподавание математики и информатики в рамках этой модели, в частности, могут быть реализованы в рамках существующих в России университетов. Дальнейший прогресс в этом направлении, включая создание собственных учебных пособий, остается делом будущего.

Библиография:

- [1] ACM Curriculum Committee on Computer Science. Curriculum '68: Recommendations for academic programs in computer science. Communications of the ACM 11, 3 (March 1968), pp 151-197.
- [2] Angel A.R. , Abbott Ch.D. and Runde D.C. , A Survey of Mathematics with Applications (10th edition), Pearsons 2016
- [3] Binder D. , Erickson M.J. and Hemmeter J. , Mathematics for the Liberal Arts, Wiley 2013
- [4] Blitzer R. , Thinking Mathematically (7th edition), Pearson Education, Inc. 2019
- [5] Brown J.I. , Mathematics for the Liberal Arts, CRC Press 2015
- [6] Butts R. , The College Charts Its Course. New York and London: McGraw-Hill, 1939.
- [7] Computer Science Curricula 2013 (Curricula Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science) https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf
- [8] Dresden A., A program for mathematics // American Mathematical Monthly - 1934. Vol. 41. - P.

198-207.

[9] Dresden A., Invitation to Mathematics. New York: Holt, 1936.

[10] Fleron J. , Hotchkiss Ph. , Ecke V. and von Renesse Ch. , Art of Mathematics. Mathematical Inquiry in the Liberal Arts (since 2009) <https://www.artofmathematics.org>; includes free textbooks:

- Art and Sculpture (2009-2017)
- Ideas of Calculus (2009-2015)
- Dance (2011-2016)
- Games and Puzzles (2010-2018)
- Geometry (2010-2015)
- The Infinite (2011-2015)
- Knot Theory (2009-2015)
- Music (2011-2015)
- Number Theory (2009-2015)
- Patterns (2012-2018)
- Truth, Reasoning, Certainty & Proof (2013)

[11] George M., The Origins of Liberal Arts Mathematics // PRIMUS - 2010. - Vol. 20. - No 8. - P. 684-697

[12] Gibbs N. and Tucker A. B. , A model curriculum for a liberal arts degree in computer science // Communications of the ACM - March 1986. - Vol. 29. - No 3. - P. 202–210.

[13] Jacobs H.R. , Mathematics: A Human Endeavour, W.H. Freeman (publisher), 1970 (1st edition), 1982 (2nd edition), 1994 (3d edition)

[14] Kliebard H. , The Struggle for the American Curriculum. New York: Routledge 1987

[15] Kline M., Mathematics - A Cultural Approach, Addison-Wesley Series in Mathematics, 1962.

[16] Kline M., Mathematics for Liberal Arts. Addison-Wesley Series in Mathematics, 1967

[17] Koenig R. , Meet the Newest Liberal Art: Coding, EdSurge Feb. 5, 2020, <https://www.edsurge.com/news/2020-02-05-meet-the-newest-liberal-art-coding>

[18] Lippman D. et al., Math in Society (edition 2.5, available at <http://www.opentextbookstore.com/mathinsociety/2.5/MathinSociety.pdf> (under the Creative Common Attribution-Share 3.0 license)

[19] Miller Ch.D. et al., Mathematical Ideas (13th edition), Pearson Education, Inc., 2016

[20] Montfort N. , Exploratory Programming for the Arts and Humanities, MIT Press, 2016

[21] National Committee of Mathematical Requirements under the Auspices of The Mathematical Association of America. 1923. The Reorganization of Mathematics in Secondary Education. Reprinted in Bidwell, J., and Clason, R. (eds.), Readings in the History of Mathematics Education - 1970 - Washington, D.C.: National Council of Teachers of Mathematics.

[22] O'Hara R. J. , American higher education and the “collegiate way of living.” // Community Design (Tsinghua University) - 2011 - Vol. 30. - No 2. - P. 10–21.

[23] Position Statement of the American Mathematical Association of Two-Year Colleges on Mathematics of Liberal Arts, <https://amatyc.org/page/MathematicsforLiberalArts> (accessed Sept 12, 2021)

[24] Potts D. , Liberal Education for a Land of Colleges: Yale's Reports of 1828, MacMillan 2010

[25] Richardson M. , Fundamentals of Mathematics. New York: Macmillan, 1941

[26] Schreibman S. ,Siemens R. and Unsworth J., A New Companion to Digital Humanities, Wiley-Blackwell 2016 (a new edition in 2018).

[27] Sobceki D. , Bluman A.G. and Schirck-Matthews A. , Math in Our World (2nd edition), McGraw Hill 2011

[28] Tannenbaum P. , Excursions in Modern Mathematics (9th edition), Pearson 2018

[29] Walker H.M. and Schneider G.M. , A revised model curriculum for a Liberal Arts degree in Computer Science, Communications of the ACM - December 1996. - Vol. 39. - No 12. - P. 85–95, DOI: 10.1145/240483.240502

[30] Walker H.M. and Kelemen Ch. , Computer Science and the Liberal Arts: A Philosophical Examination // ACM Transactions on Computing Education - 2010. - Vol. 10. - No 1. - P. 1–10, DOI: 10.1145/1731041.1731043

[31] Whitehead A. N., Introduction to Mathematics. New York: Holt, 1911.

[32] Yale Report: Reports on the course of instruction in Yale College; by a committee of the corporation, and the academical faculty, New Haven: 1828., доступно онлайн https://higher-ed.org/resources/yale/1828_curriculum/

[33] Полякова Т.С. , История математического образования в России, издательство МГУ 2002

[34] Савватеев А., Математика для гуманитариев. Живые лекции, Русский Фонд Содействия Образованию и Науке, 2020