

Изучение взаимосвязи концептуальных  
математических понятий, их цифровых  
представлений и смыслов как основы  
трансформации школьного математического  
образования

д.п.н. Поздняков С.Н.  
итоговая сессия Программы РФФИ  
«Фундаментальные основы цифровой трансформации школы»  
19.05.2023

# Введение

Серьезной проблемой в условиях быстрого и неконтролируемого развития цифровой информационной среды стала уязвимость сложившихся методик обучения перед цифровыми инструментами, замещающими интеллектуальные процессы ученика. В рамках проекта исследовалась возможность расширения множества репрезентаций математических понятий, развития методик работы с ними и организации учебного процесса, обладающих устойчивостью относительно отрицательного влияния окружающей цифровой среды.

# Теоретические результаты (1)

В качестве теоретического аппарата в исследовании использовалась теория конструирования общих информационных пространств. Показано, что “граничными объектами” (средствами эффективного взаимодействия людей, объединенных общим контекстом) в рамках “практикующих сообществ” (множества взаимодействующих людей, объединенных общей целью, в данном случае, изучением математики в какой-то форме) являются, во-первых, средства репрезентации математических понятий, во-вторых, традиции этих сообществ. Таким образом, именно эти два направления исследований являются главными для передачи смыслового содержания курса математики.

## Теоретические результаты (2)

Показано, что устойчивость относительно отрицательного влияния интеллектуальных систем имеет место у тех составляющих учебного процесса, которые связаны с продуктивными мыслительными процессами. Например, устойчивыми к быстрому развитию цифрового окружения являются виды деятельности, в которых ученик выступает в активной роли. Для некоторых - таких как экспериментально-поисковая деятельность, конструктивная деятельность, моделирование - цифровое окружение открывает дополнительные возможности.

Слабым звеном являются методики, базирующиеся на “отложенном понимании”, в основе которых лежит предварительная выработка технических навыков и неосмысленное запоминание информации.

# Предложены следующие изменения в содержании и методическом обеспечении курса математики

Уменьшение веса разделов, которые строятся на операционной репрезентации математических понятий.

Расширение множества репрезентаций математических понятий.

Использование инструментальных репрезентаций математических понятий для формирования соответствующих им внутренних представлений.

Развитие класса задач на “умственное моделирование. Например, задач на приведение примеров и контрпримеров.

Увеличение роли конструктивных задач. Развитию этого класса задач способствует возможность автоматической верификации утверждений посредством использования программных средств, проверяющих, удовлетворяет ли построенная конструкция заданным свойствам.

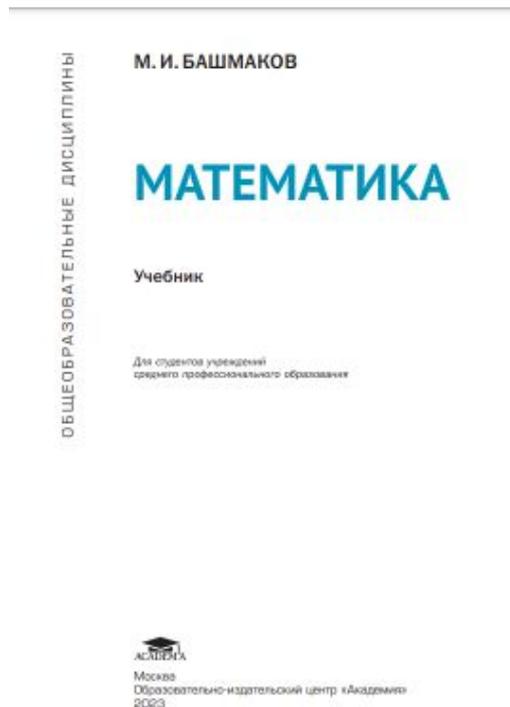
Введение элементов дискретной математики и теоретической информатики в курс математики. Обоснованием этому является то, что цифровое пространство стало равноправным элементом окружающей среды, поэтому ученик должен понимать основы его устройства и пользоваться математическими инструментами не как черными ящиками, а как инструментами для продуктивной деятельности.

## Теоретические результаты (4)

Существенным фактором для реализации продуктивного обучения является изменение системы оценки знаний. Тотальный административный контроль препятствует развитию горизонтальных связей и естественному созданию сообществ, объединенных общими смыслами. Он должен быть заменен “неинвазивным мониторингом”, когда центр тяжести переходит на взаимодействие учитель-ученик, в рамках которого возможна формирующая оценка (formative assessment). Такое взаимодействие хорошо поддерживается цифровыми предметными средами, верифицирующими решения и генерирующими обратную связь ученику (примером являются среды динамической геометрии).

Практические результаты

# Результаты проекта отражены в новом учебнике М.И. Башмакова



Возможность расширения множества репрезентаций математических понятий при уменьшении объема операционной деятельности реализована в новом учебнике М.И.Башмакова (“Математика” : учеб. для студентов учреждений сред. проф. образования).

# Исследовательская деятельность в образовании

В рамках проекта были исследованы возможности современных систем компьютерной математики (символьной алгебры) для проведения исследований в теории чисел, доступных на уровне физико-математических школ.

Подготовлена серия статей в цикле “Компьютер как новая реальность математики”, в совокупности составляющих учебное пособие “Экспериментальная математика: организация исследовательской деятельности в теории чисел” (256 с.)

# Использование систем компьютерной математики для вычислений в алгебре и теории чисел



О СИРИУСЕ КАК ПОПАСТЬ ПЕДАГОГАМ ВЫПУСКНИКАМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ВОЗМОЖНОСТИ

физико-математических наук

**ВАВИЛОВ  
НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

Профессор факультета математики и компьютерных наук Санкт-Петербургского государственного университета, доктор физико-математических наук. Специалист по теории групп Шевалле, классических групп, линейных и алгебраических групп и геометрии, связанным с этими группами

личный кабинет

help@sochisirius.ru



Сириус.Курсы

поиск по сайту



О СИРИУСЕ КАК ПОПАСТЬ ПЕДАГОГАМ ВЫПУСКНИКАМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ВОЗМОЖНОСТИ

9-24 января 2023

## ЯНВАРСКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА ПО МАТЕМАТИКЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Прием заявок для участия в конкурсном отборе был открыт до 6 ноября 2022 года  
К участию в образовательной программе допускались только зарегистрировавшиеся школьники.

[Список участников образовательной программы](#)

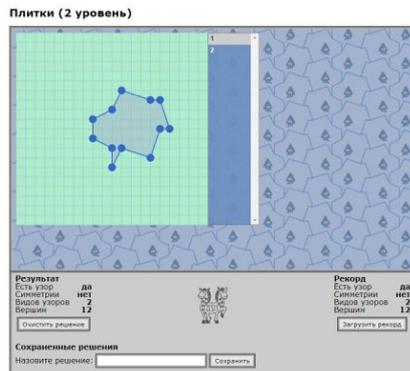
По вопросам участия в образовательной программе просим обращаться по адресу [nauba@sochisirius.ru](mailto:nauba@sochisirius.ru)



В рамках Январской научной школы по математике и программированию на базе Образовательного центра «Сириус» (9-24 января 2023 года) прочитан курс для школьников «Проблема Варинга».

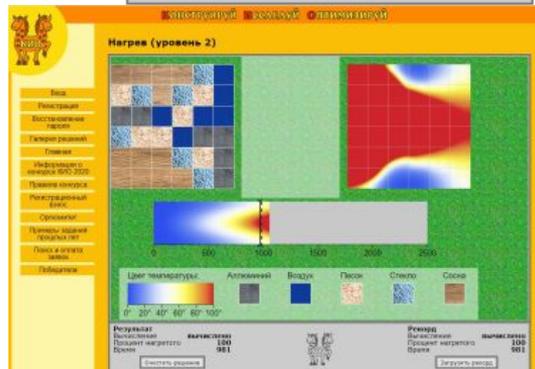
Летом 2023 года на базе Летнего лагеря СПбГУ будет прочитан курс «Кватернионы и октавы» для учеников старших классов физ.-мат. Школ Санкт-Петербурга

# Экспериментальная деятельность в рамках Международного Конкурса по применению ИКТ в естественных науках, технологиях и математике «Конструируй, Исследуй, Оптимизируй»



Разработаны 9 сюжетов-лабораторий для проведения экспериментальных исследований.

В конкурсе приняли участие около 3000 учеников из около 200 школ 32 регионов России, Беларуси, Казахстана.



## Курс “Информатика с точки зрения математики” для абитуриентов

Построен курс для корректировки знаний по математике, полученных в старших классах школы, при переходе в вуз. Цель курса - знакомство абитуриентов с вузовским курсом математики с параллельным повторением тех разделов школьной математики, которые определяют успешность освоения вузовской программы. В разработанном курсе реализован следующий методический подход — создание интегральных сюжетов, объединяющих различные репрезентации математических понятий. Интегральность сюжетов проявляется в использовании связей математики и теоретической информатики, связей различных разделов математики между собой с применением разнообразных доступных школьникам компьютерных инструментов.

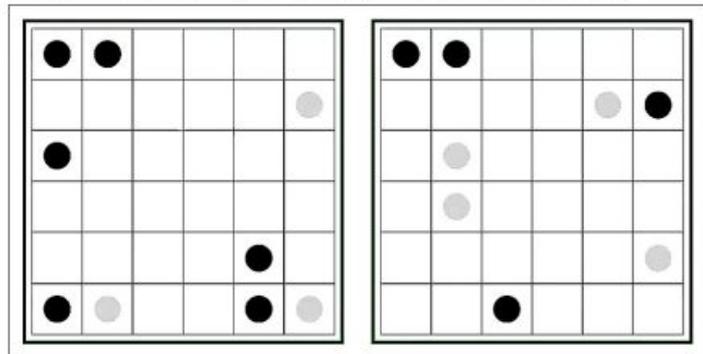
# Работа ученика с задачами в цифровой среде

Показано, что для поддержки продуктивного обучения необходимо обратить внимание на все этапы работы с задачей: этап постановки задачи, этап экспериментального исследования, включающий конструирование и моделирование, этап верификации частичных решений, этап формализации решения и его логического представления. Второй и третий этапы допускают компьютерную поддержку, не замещающую интеллектуальную деятельность ученика. Разработаны новые типы задач - “сюжеты”, в которых теоретическая часть работы ученика проходит за “листом бумаги”, а экспериментальная и конструктивная - с компьютерной поддержкой.

# Поддержка конструктивной деятельности в рамках содержательной линии курса “дискретная математика и теоретическая информатика”

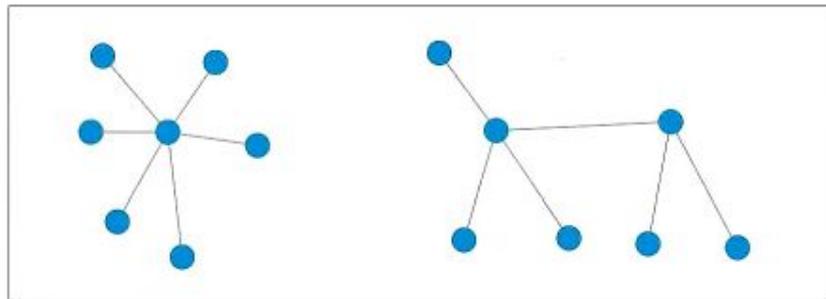
## Предикаты

Напишите формулу исчисления предикатов, описывающую свойство, которым обладает комбинация фишек на левой картинке, но не обладает комбинация на правой. Объекты считаются соседними, если содержащие их клетки имеют общую сторону.



## Графы

Постройте граф на 7 вершинах с минимальным количеством рёбер, для которого данные деревья будут остовными. Обоснуйте минимальность. Исходные картинке должны исчезнуть, на их месте должен появиться искомый граф.



Разработано 6 предметных сред для постановки конструктивных задач, манипулирования объектами среды и верификацией ответов. Создано около 100 различных конструктивных сюжетов. В эксперименте за 3 года приняли участие более 1000 школьников и студентов.

# Курс “Моделирование для начинающих”. Практика в университете



СТУДЕНЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
**ИТ-ЛЭТИ**  
**#1**  
**ООМ в AnyDynamics**  
Введение. История моделирования.  
Непрерывные модели  
Курс ведут Александра Попова,  
и Александр Семенцов,  
магистранты Санкт-Петербургского  
Политехнического университета

Курс “Моделирование для начинающих” проводился в дистанционном режиме в студенческом университете ИТ-ЛЭТИ и внедрен в “школьном варианте” в учебную программу в школе Санкт-Петербурга № 554.



## Развитие горизонтальных связей: создание практикующих сообществ как основы передачи смыслового содержания предмета

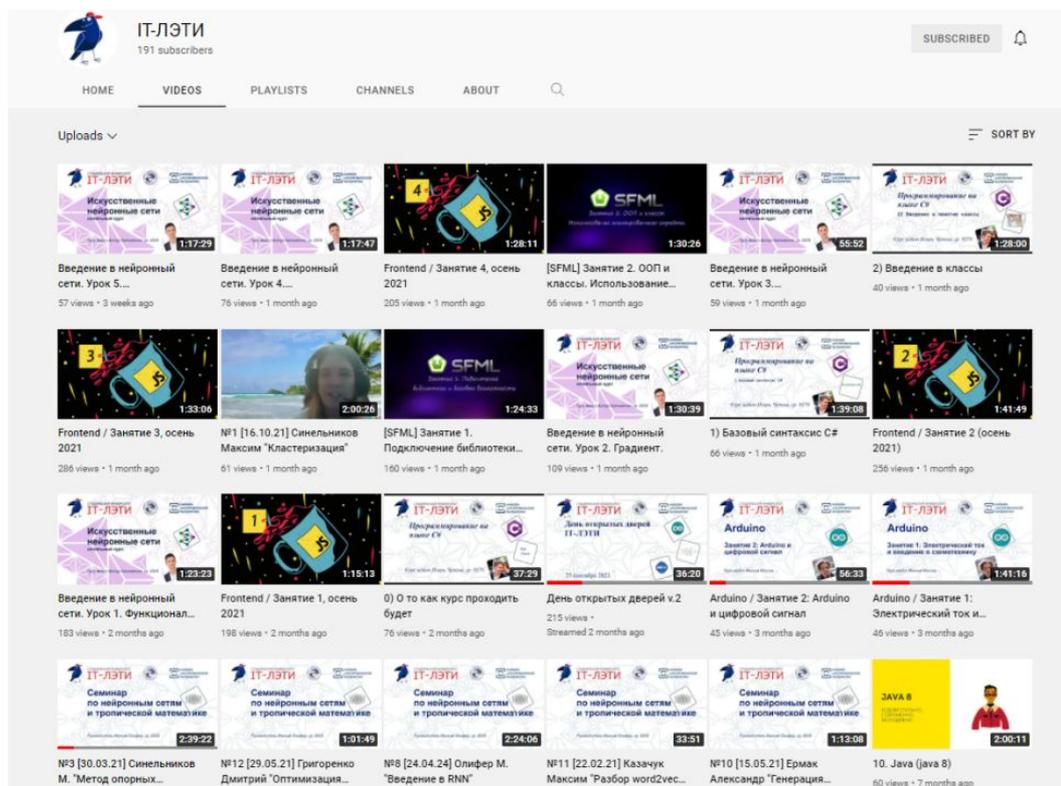
Разработана структура новой формы объединения молодежи для обмена идеями в области STEM - “Студенческий университет IT-технологий”.

Студенческий университет использует мотивацию молодежи к IT-технологиями для реализации педагогической технологии “(само)обучение через преподавание” (learning through teaching).

Устойчивость структуры подтверждена самоорганизацией сообщества в течение 5 циклов-семестров.

На этапе внедрения созданной структуры планируется включить в работу объединения школьников.

# Из представления университета IT-ЛЭТИ студентами на презентации студенческих объединений



The screenshot shows the YouTube channel page for IT-LETI, which has 191 subscribers. The channel is categorized under 'VIDEOS'. The 'Uploads' section displays a grid of 18 video thumbnails. Each thumbnail includes the channel logo, a video title, and a duration. The titles of the videos are: 'Искусственные нейронные сети', 'Искусственные нейронные сети', 'Frontend / Занятие 4, осень 2021', '[SFML] Занятие 2. ООП и классы. Использование...', 'Введение в нейронный сети. Урок 3...', '2) Введение в классы', 'Frontend / Занятие 3, осень 2021', '№1 [16.10.21] Синельников Максим "Кластеризация"', '[SFML] Занятие 1. Подключение библиотеки...', 'Введение в нейронный сети. Урок 2. Градиент.', '1) Базовый синтаксис C#', 'Frontend / Занятие 2 (осень 2021)', 'Введение в нейронный сети', 'Frontend / Занятие 1, осень 2021', '0) О то как курс проходить будет', 'День открытых дверей v.2', 'Arduino / Занятие 2: Arduino и цифровой сигнал', 'Arduino / Занятие 1: Электрический ток и...', 'Семинар по нейронным сетям и тропической математике', and '10. Java (Java 8)'. The videos have various view counts and upload dates, ranging from 57 views 3 weeks ago to 60 views 7 months ago.

“Обработали более 2000 заявок на участия в курсах и семинарах

Провели более 25 курсов

Выложили более 150 видео на YouTube

Создали группу в VK с более чем 800 подписчиками

Наши видео посмотрели более 35 000 раз

1. мы хотим все и сразу
2. мы хотим глубже
3. быть с преподавателем на одной волне приятно
4. учимся через преподавание
5. студентам нравится учить”

Спасибо за внимание!