

январь-март 2023 года

Курьер

ЮНЕСКО

Математика повсюду

- **Индийские** муссоны под пристальным вниманием ученых
- Пандемия: **норвежская** модель
- **Метавселенные:** интервью с Лю Цзянья и Го Ляном
- Обучение математике в **ЮАР:** уравнение с множеством переменных

НАШ ГОСТЬ

Философ
Венсиана Депре:
«Борьба с утратой
биоразнообразия
должна опираться
на положительные
эмоции»

ISSN 2220-2323
12023
9 772220 232042



Получайте печатный
экземпляр свежих номеров
каждые три месяца
или
подпишитесь на
бесплатную электронную
версию журнала.

Ознакомьтесь с нашими
предложениями



<https://courier.unesco.org/ru/subscribe>



Следите за нашими новостями
в социальных сетях
@unescocourier



Facebook



Twitter



Instagram



Читайте «Курьер ЮНЕСКО»
и расскажите о нем другим

Содействуйте распространению
и использованию журнала в
соответствии с принципом свободного
доступа к материалам Организации

2023 • № 1 • Издаётся с 1948 года

Ежеквартальный журнал «Курьер ЮНЕСКО» публикуется Организацией Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры. Издание призвано отстаивать идеалы ЮНЕСКО путем обмена идеями на темы международного значения, непосредственно связанные с мандатом Организации.

Директор: Матье Гевель

Главный редактор: Аньес Бардон

Ответственный секретарь редакции:
Катерина Маркелова

Журналист: Чэнь Сяожун

Языковые версии:

- **Английский:** Анулийна Саволайнен
- **Арабский:** Фатхи Бен Хадж Яхья
- **Испанский:** Лаура Бердехо
- **Китайский:** Чэнь Сяожун и Китайский дом издательства и перевода
- **Русский:** Марина Ярцева
- **Французский:** Кристин Эрм, корректор

Цифровая версия: Мила Ибрагимова

Фоторедактор: Даница Биеяц

Координатор (переводы и верстка):
Мари-Тереза Видьяни

**Ассистент по административным
и редакционным вопросам:**
Каролина Роллан Ортега

Производство и продвижение:
Иэн Денисон, зав. отделом публикаций
Эрик Фроже, главный помощник
по производству

Связи с общественностью:
Летиция Каси

Перевод: Марина Ярцева, Екатерина
Фламанд

Верстка: Жаклин Женсоллен-Блок

Иллюстрация на обложке:
© Agnieszka Ziemiszewska

Печать: ЮНЕСКО

Совместные издания:

- **Каталонский:** Жан-Мишель
Арменголь
- **Эсперанто:** Чэнь Ци

«Курьер ЮНЕСКО» издаётся благодаря
финансовой помощи Китайской Народной
Республики, которая в 2022 году подтвердила
свое намерение оказывать журналу поддержку
в течение следующих четырех лет.

Информация и права на воспроизведение:

courier@unesco.org

7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

© UNESCO 2023 / ISSN 2220-2323 • e-ISSN 2220-2331



Журнал издаётся по принципу свободного доступа в рамках лицензии Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Используя содержание настоящей публикации, пользователи соглашаются с условиями использования Репозитория открытого доступа ЮНЕСКО (<https://en.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-rus>). Указанная лицензия распространяется исключительно на текст публикации. Для использования иллюстраций требуется получение предварительного разрешения.

Использованные названия и представление материалов в данной публикации не являются выражением со стороны ЮНЕСКО какого-либо мнения относительно правового статуса какой-либо страны, территории, города или района или их соответствующих органов управления, равно как и линий разграничения или границ.

Идеи и мнения, выраженные авторами данной публикации, могут не совпадать с точкой зрения ЮНЕСКО и не налагают на Организацию каких-либо обязательств.

Содержание

4

ШИРОКИЙ ОБЗОР

Математика повсюду

Важный инструмент познания мира 4
Кристиана Руссо

Индийские муссоны под пристальным вниманием ученых 8
Гаятри Вайдьянатан

Борьба с бедностью в Сенегале: большие данные приходят на помощь 10
Клеманс Ключель

Пандемия: норвежская модель 12
Лисбет Йэре

«Чем быстрее расчеты, тем меньше экологический след метавселенных» 14
Интервью с Лю Цзянья и Го Ляном

«Математика страдает от своей репутации среди школьников» 17
Интервью с Дэном Майером

Сингапур: научная карьера продолжает отпугивать женщин 19
Рэйчел Женевиер Чиа

Обучение математике в ЮАР: уравнение с множеством переменных 22
Ник Долл

24

ФОКУС

Оазисы Марокко: по другую сторону миража 24

34

ИДЕИ

Игра на открытом воздухе — право и потребность ребенка 34
Хейли Кристиан

38

НАШ ГОСТЬ

«Борьба с утратой биоразнообразия должна опираться на положительные эмоции» 38
Интервью с Венсианой Депре

42

НАГЛЯДНО

Ледники на передовой изменения климата 42

От редакции

Математика, которая зачастую воспринимается наукой сугубо теоретической и оторванной от реальности, а подчас даже пугающей и травмирующей, не всегда находится на хорошем счету у школьников и широкой публики. Тем временем она присутствует повсюду в нашей повседневной жизни и не имеет ничего общего с этими предубеждениями.

Алгоритмы, лежащие в основе искусственного интеллекта, позволили разработать поисковые системы и методы медицинской визуализации. Математические модели играют ключевую роль в самых разных областях от оптимизации транспортных сетей и прогнозирования траектории движения циклонов до борьбы с эпидемиями и оценки результативности кампаний по вакцинации.

Математика также является частью всемирной истории, которая веками обогащалась благодаря записям на шумерских глиняных табличках, расчетам астрономов Древнего Египта и Древней Греции, ученым империи майя и Китая, индийской арифметике и арабской алгебре.

За счет своего абстрактного характера эта наука, возможно, как никакая другая, может служить идеальным языком для диалога культур и развития международного научного сотрудничества. ЮНЕСКО уже давно признала ее важность, еще в 1962 году учредив Латиноамериканский центр по математике в Буэнос-Айресе. В настоящее время большое внимание в Организации, недавно провозгласившей 14 марта Международным днем математики, уделяется проблемам искусственного интеллекта и разработке программ по обеспечению доступа к фундаментальным наукам, одной из основ которых является математика.

Значимость таких программ не вызывает сомнений: хотя математика окружает нас повсюду, многие не имеют возможности ее изучения из-за множества препятствий, начиная с гендерного неравенства. Только в 2014 году престижной премии Филдса была удостоена первая женщина, иранка Марьям Мирзахани. Несмотря на то, что к концу начальной школы девочки перестают отставать по математике, согласно публикации, представленной в апреле 2022 года группой по подготовке Всемирного доклада по мониторингу образования, мальчики по-прежнему преобладают среди отличников по этой дисциплине в начальной и средней школе. Даже окончив университет, девушки не всегда решаются строить карьеру в точных науках.

Кроме того, эта область испытывает трудности с набором кадров. В то время как потребность в квалифицированных преподавателях математики как никогда велика, их нехватка во всем мире ставит будущее этой науки под угрозу. К тому же, сфера ее применения все еще ограничена. Математические модели, столь необходимые для понимания климатических процессов, изучения биоразнообразия и медицинских исследований, пока применяются в основном в области финансов и экономики. Учитывая все социальные, климатические и технологические проблемы современности, крайне важно как можно лучше изучить возможности математики и сделать их доступными максимально широкому кругу лиц.

Аньес Бардон,
главный редактор «Курьера ЮНЕСКО»



“

**Математические науки помогают
нам в понимании происходящих
на планете процессов и в организации
человеческого общества**

Математика повсюду

Многие считают математику скучной, сложной и слишком абстрактной. Тем не менее, мы регулярно сталкиваемся с ней на практике — например, когда пользуемся телефонами, кредитными картами и даже автомобилями. Математические модели и алгоритмы применяются в самых разных областях, включая прогнозирование погоды, составление расписания поездов и борьбу с эпидемиями. Обширность применения этой дисциплины продемонстрирована в недавнем исследовании ЮНЕСКО «Математика в действии», где подчеркивается, что эта наука способна сыграть важную роль в решении таких проблем, как нищета, утрата биоразнообразия и изменение климата — при условии, что у человечества будет достаточно квалифицированных преподавателей и ученых-математиков.

Нередко можно услышать, что математика окружает нас повсюду. И это не преувеличение: сами того не замечая, мы пользуемся ее достижениями постоянно. Так, GPS-навигатор рассчитывает свое положение, измеряя время прихода сигнала от спутников. При засекреченной связи информация шифруется с целью предотвращения ее перехвата. Для создания формата JPEG, в котором хранятся цифровые фотографии, применяется математический алгоритм, позволяющий сжимать изображение: без этой сложной операции размер графических файлов был бы просто огромен.

Поскольку при любой передаче данных неизбежны ошибки, во всех телекоммуникационных сетях, включая сотовую связь и телевидение, используются корректирующие коды. Без них было бы невозможно управлять марсоходами с Земли. Важность математики и ее повсеместное применение обусловили провозглашение Международного

дня математики, первый из которых был проведен в 2020 году под темой «Математика повсюду».

Математические науки являются важным инструментом познания мира, помогая нам в понимании происходящих на планете процессов и в организации человеческого общества. Это осознал еще Галилео Галилей, который писал в своем трактате 1623 года, что Вселенная — это книга, написанная на языке математики. Сегодня, четыре столетия спустя, перед человечеством стоит целый ряд неотложных экологических проблем. По прогнозам ООН, население Земли, которое в ноябре 2022 года достигло 8 миллиардов человек, в будущем должно установиться на отметке в 11 миллиардов. В то же время, в результате изменения климата урожайность сельскохозяйственных культур падает.

День экологического долга — то есть день, когда человечество истрачивает весь объем возобновляемых ресурсов, которые планета способна

восстановить за год — наступает все раньше. Если в 1970 году он был зафиксирован в конце декабря, то в 2021 году этот рубеж был пройден 29 июля. В стремлении решить эти задачи международное сообщество сформулировало Цели в области устойчивого развития на период до 2030 года, и математическим наукам отводится первостепенная роль в их достижении.

Высокоэффективные алгоритмы

Моделирование климата заключается в построении уравнений, описывающих взаимодействие разнообразных климатических факторов: солнца, атмосферы, парниковых газов, Мирового океана, почв, ледников, растительных систем и пр. На основе собираемых о них данных ученые пытаются прогнозировать изменения климатических систем, и в этом им помогает математика. Для моделирования систем и выявления тенденций нужны мощные вычислительные воз-



возможности, высокоэффективные алгоритмы и оптимальное использование данных. Эта работа предполагает определение как основных долгосрочных тенденций, так и тенденций в регионах.

При этом важно с точностью рассчитывать величину допустимой погрешности. Существуют методы получения более точных метеопрогнозов и выявления сезонных тенденций. Польза таких прогнозов очевидна, особенно с учетом того, что изменение климата приводит к повышению частотности и силы экстремальных погодных явлений.

Впечатляющих результатов удалось добиться в прогнозировании траектории движения ураганов, которую ученые научились предугадывать почти на неделю вперед. Лучшее понимание рисков позволяет лучше к ним подготовиться и защитить себя от возможных последствий на десятилетия вперед. Прогнозирование помогает получить ответы на целый ряд вопросов: какой высоты должна быть дамба, потребуется ли вновь отстраивать или перемещать целый район из-за наводнения, как часто засухи будут лишать население воды, какие подходы к градостроительству могут помочь легче переносить периоды аномальной жары и многое другое.

Моделирование реальности

В основе прогнозирования лежит математическое моделирование, т. е. создание упрощенной модели реальности. Адекватная модель позволяет увидеть общую картину, не отвлекаясь на детали. К примеру, в моделировании эпидемий используется ряд моде-

лей, простейшая из которых получила название «модель SIR». Все люди в ней делятся на три категории: восприимчивые, т. е. подверженные риску заражения (англ. *Susceptible*), инфицированные (*Infected*) и выбывшие (*Removed*), т. е. выздоровевшие или скончавшиеся.

В основе этой модели лежит базовое правило, описывающее переход людей из одной группы в другую за сутки. С ее помощью можно вычислить изменения численности каждой группы для длительных промежутков времени.

Несмотря на упрощенность, модель SIR позволяет выявить основные пара-

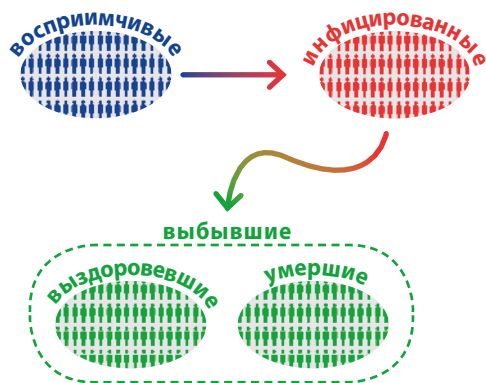
метры эпидемии, такие как экспоненциальный рост, пик заболеваемости, развитие коллективного иммунитета, выравнивание кривой суммарного числа случаев заражения (оранжевая линия) и базовая скорость репродукции, определяемая как среднее число индивидуумов, которых заразит заболевший, и характеризующая заразность инфекционного заболевания.

Эти параметры позволяют ответственным лицам оценивать ход эпидемии. Модель SIR может быть усовершенствована. К примеру, базовое правило, в соответствии с которым

Математика в центре внимания ЮНЕСКО

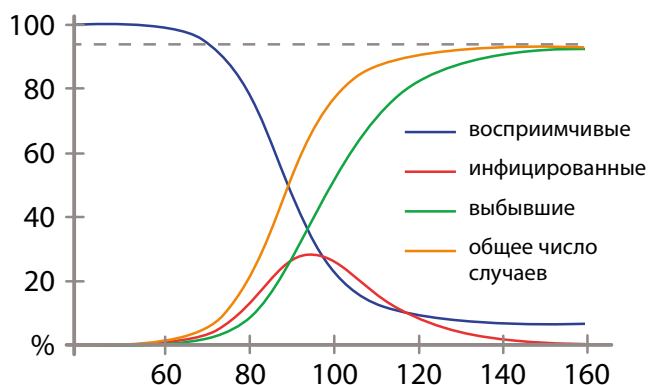
Хотя ЮНЕСКО провозгласила Международный день математики только в 2019 году — дата его празднования, 14 марта, отсылает к числу π , которое сокращают до 3,14, — внимание к этой науке Организация проявляет уже давно. Так, в 1962 году в целях содействия математическим исследованиям в развивающихся странах она открыла в Буэнос-Айресе (Аргентина) Латиноамериканский центр по математике (CLAM), а позднее сыграла решающую роль в провозглашении 2000 года Всемирным годом математики.

С момента своего основания ЮНЕСКО всячески содействует повышению уровня преподавания этой дисциплины и обеспечению всем людям возможностей для ее изучения и построения карьеры в этой области. В этом Организации помогают ее различные образовательные программы, а также региональные центры математики в Ханое (Вьетнам) и Санто (Большая Аккра, Гана), кафедры ЮНЕСКО в Бенине, Чили, Нигерии, Палестине и Замбии и Международный центр теоретической и прикладной математики в Ницце (Франция), который проводит программы в странах Азии, Африки и Америки.



Математическая модель SIR

(от *Susceptible* — восприимчивые, *Infected* — инфицированные и *Removed* — выбывшие) используется для прогнозирования распространения инфекции среди населения.



Изменения во времени в различных категориях модели SIR.

ситуация в группах меняется каждые сутки, может быть скорректировано с учетом санитарных мер или появления более заразных вариантов. Кроме того, категории людей могут быть далее подразделены в соответствии с возрастом, социальным статусом, полом, причиной выбывания (выздоровление или смерть) и т. д.

Оптимизация движения транспорта

Еще одна важная область применения математики — *оптимизация*. Как лучше организовать работу транспорта и доставку почты или товаров? Каким должно быть расписание поездов, чтобы облегчить пересадку, минимизировать число составов и оптимизировать график работы персонала? Это касается и городского общественного транспорта, и авиакомпаний. Такого рода вопросы, решением которых занимается научное направление под названием *исследование операций*, могут показаться простыми, однако число возможных ответов на них слишком высоко для того, чтобы искать наилучший вариант методом проб и ошибок.

Поиск оптимальных вариантов требует разработки сложных и высокоэффективных алгоритмов. Такие же методы применяются в сфере экологических преобразований, когда необхо-

“ Искусственный интеллект — еще одна область применения математики

димо добиться более рационального потребления ресурсов. Каким образом экономить энергию и воду, сократить объемы пищевых отходов и использовать ограниченные ресурсы максимально эффективно и с соблюдением принципов устойчивого развития? В решении всех этих задач важную роль также играет математика.

Искусственный интеллект (ИИ) — еще одна область применения математики и статистики. Недавний прорыв в этой сфере связан с тем, что мы научились программировать компьютеры и роботов так, чтобы научить их учиться. Компьютер учат распознавать кошку так же, как это делает человек. Для этого необходимо показать ему сотни тысяч изображений и исправлять допускаемые им ошибки. По мере обучения компьютер совершенствует свою программу и учится узнавать кошку даже в

новых ракурсах. Таким образом, в отношении распознавания образов и звуков ИИ добивается поразительных результатов и ни в чем не уступает человеку.

Сфера применения ИИ расширяется с каждым днем. Например, его можно использовать для низкобюджетного составления так называемых карт бедности на основе спутниковых изображений, находящихся в открытом доступе. На снимках, сделанных в дневное время, видна построенная человеком инфраструктура. Сравнивая эти снимки с ночными фотографиями той же местности, можно выявить жилые, но не освещаемые в темное время суток районы — признак бедности населения. В полусасушливых регионах на севере Кении искусственный интеллект также используется для предотвращения дефицита воды: посредством обработки данных выявляются регионы с высокой вероятностью возникновения нехватки воды и вырабатываются стратегии по смягчению ее последствий.

Таким образом, математические науки дают нам в руки богатый набор инструментов с широчайшими возможностями применения, и можно с полной уверенностью утверждать, что математика действительно окружает нас повсюду. ■

Миру срочно требуются математики!

Новые математические подходы дали возможность прогнозировать движение тропического циклона на неделю вперед — а значит, своевременно эвакуировать население. Математическое моделирование широко применялось в разработке мер по борьбе с пандемией COVID-19. Алгоритмы машинного обучения используются для картографирования бедности, позволяя выявлять районы, особо нуждающиеся в бюджетных инвестициях.

Это лишь некоторые из примеров, которые приводятся в публикации ЮНЕСКО «Математика в действии: в поддержку научно обоснованных решений», вышедшей в марте 2022 года. Они наглядно демонстрируют, как математика может содействовать устойчивому развитию по целому ряду направлений, включая продовольственную безопасность, конфиденциальность данных, биоразнообразие, устойчивые цифровые системы и водопользование.

В публикации, которая предназначена для ответственных лиц, представлены примеры из практики и результаты исследований, показывающие, как достижения математики используются в интересах решения сложнейших проблем современности, таких как изменение климата, нищета и эпидемии. В ней также описывается, как математические модели, позволяющие изучать различные сценарии развития событий, помогают в выработке стратегий. Так, ученые, работающие с моделями климата, моделируют различные ситуации в целях получения наиболее вероятных альтернативных прогнозов.

Тем не менее, есть одна проблема: если сфера применения математических моделей непрерывно расширяется, то сами математики в дефиците, и для решения всех стоящих перед нами задач имеющих специалистов может оказаться недостаточно. Для их подготовки нужны квалифицированные преподаватели математики — а их, подчеркивают авторы публикации, в мире остро не хватает.

Индийские муссоны под пристальным вниманием ученых

Для индийских фермеров прогнозирование муссонов имеет жизненно важное значение, так как от него отчасти зависит урожайность сельскохозяйственных культур. Получать более точные прогнозы ученым помогают компьютерные модели, имитирующие поведение атмосферных систем.

Немногие погодные явления ожидаются с таким нетерпением, как летний муссон в Индии. Затягивающие небо тучи сбивают палящие температуры на большей части индийского субконтинента. Для фермеров, которые составляют почти половину населения страны и для полива посевов полагаются преимущественно на дожди, важны все аспекты муссона — в каких штатах пройдут осадки, когда и в каких количествах. Именно поэтому метеопрогнозы из года в год занимают первые полосы газет.

По этой же причине ученые с удвоенной энергией принялись работать над тем, чтобы лучше узнать данное явление и усовершенствовать модели прогнозирования. «Разработка математических моделей — это единственный доступный нам способ, позволяющий понять, как функционирует вся система», — подчеркивает специалист по прикладной математике из Индийского института научного образования и исследований Амит Апте.

Небольшие колебания, большие последствия

Муссоны представляют собой сезонные изменения в циркуляции воздушных масс и выпадении осадков после нагревания Земли солнцем. Летний период, как правило, является сезоном дождей. Это явление также характерно для Северной и Южной Америки, Западной Африки, Восточной Азии и Австралии, однако более всего известен южноазиатский муссон, который

также называют индийским летним муссоном. Территория, на которой он наблюдается, ограничена такими крупными системами, как Гималаи, Западные Гаты в Индии, горный хребет Ракхайн в Мьянме и Индийский океан.

Индийский летний муссон следует за самым жарким периодом года, когда почва прогревается быстрее, чем вода в океане. Из-за разницы температур ветры в северной части Индийского океана меняют направление, подгоняя океанические облака к субконтиненту и вызывая дожди в штате Керала на юго-западе страны. Сезон дождей с удивительным постоянством начинается около 1 июня и заканчивается к 15 октября, после того как по всей стране выпадет около 850 мм осадков. Это составляет более 75 % от годового количества осадков в Индии.

Иногда муссон начинается на неделю позже или количество осадков оказывается на 10 % ниже среднего уровня. Такие колебания могут

показаться незначительными, однако они оказывают большое влияние на индийскую экономику. В 2020 году Метеорологическая служба Индии (IMD) точно спрогнозировала дату начала сезона дождей, но не предусмотрела повышения уровня осадков. По данным агентства *Crisil Research*, прибыль фермеров, несомненно, выросла на 3–5 % с каждого гектара, однако если бы они знали об обильных дождях, то смогли бы засеять больше земли.

Пробелы в знаниях

Индийский муссон — сложное явление, о котором ученым еще многое предстоит узнать. По мнению Амита Апте, пробелы в знаниях отчасти объясняются тем, что муссоны имеют место в тропиках. Ранее исследования были главным образом сосредоточены на зонах с умеренным климатом, поскольку в середине XX века большинство ученых, занимающихся изучением атмосферы, находились в Европе и США. Кроме того, понять функционирование метеорологических систем в тропиках сложнее, чем в регионах с умеренным климатом, где оно в основном обусловлено вращением Земли. В силу этого при моделировании муссонов необходимо учитывать множество переменных.

И некоторые из этих переменных пока изучены недостаточно — такие, например, как образование облаков. «Пожалуй, это одно из самых больших неизвестных, с которыми мы имеем дело в климатическом моделировании, а ведь этот процесс оказывает



Понять функционирование метеорологических систем в тропиках сложнее, чем в регионах с умеренным климатом

огромное воздействие на климат в тропиках», — продолжает Амит Апте. Синоптикам приходится ломать голову и над функционированием океанических воздушных масс, образующихся вокруг субконтинента со стороны Бенгальского залива, Аравийского моря и Индийского океана. Ученый объясняет, что в настоящее время специалисты изучают процесс смешения пресной воды из Ганга и соленой воды из Бенгальского залива и его влияние на океанские течения.

К тому же, дожди во время муссона идут не непрерывно в течение четырех месяцев, а периодами: ливни продолжаются несколько дней, затем прекращаются, а затем снова повторяются через нерегулярные промежутки времени. Метеорологические модели должны быть в состоянии предсказывать эти фазы муссонной активности и перерывы между ними.

Долгое время прогнозирование муссонов осуществлялось посредством статистических моделей, основанных на уравнениях. Индийские метеорологи использовали этот метод с переменным успехом: за 23 года его применения их прогнозы оказались верны только 9 раз.

С 2012 года Метеорологическая служба Индии использует трехмерные компьютерные модели, которые имитируют поведение атмосферных систем, приводящее к возникновению муссонов. В модель вводятся данные за прошлые годы, и после ряда проверок и корректировок запускается имитационное моделирование. Подобный метод используется большинством метеорологических служб мира.

По всей видимости, компьютерное моделирование приносит хорошие результаты в одних случаях, но менее эффективно в других, в частности из-за нехватки знаний о механизмах функционирования индийских муссонов. Зачастую прогнозы содержат элемент неопределенности либо предполагают несколько возможных сценариев. Тем временем, такие подробные данные могут быть полезны не только для фермеров, но и для страховых компаний или в сфере планирования водопользования.

Усиление осадков в будущем

Эти же модели используются климатологами для прогнозирования влияния глобального потепления на муссоны через 30 лет. Согласно климатическим моделям Межправительственной группы экспертов ООН по изменению

климата (МГЭИК), южноазиатский муссон стал слабее во второй половине XX века, однако в долгосрочной перспективе количество муссонных осадков должно увеличиться.

Недавно в метеорологии начали проводиться эксперименты с нейронными сетями — компьютерными алгоритмами, способными, подобно человеку, выявлять закономерности в больших объемах данных.

Такие модели могут обрабатывать огромные объемы данных спутнико-

вых наблюдений и выявлять в них закономерности. Однако, по мнению Амита Апте, пока они уступают по точности традиционным статистическим моделям. И даже если компьютер способен давать качественные прогнозы, ученые продолжают попытки понять природу физических явлений. «Даже при наличии высокоэффективных алгоритмов, — подчеркивает Амит Апте, — нам еще предстоит разобраться, как возникают облака». ■

© Prashant Rana

“
Недавно начали
проводиться
эксперименты с
нейронными сетями,
способными выявлять
закономерности в
больших объемах
данных



▼ Нью-Дели после двух дней непрерывных ливней.

Борьба с бедностью в Сенегале: большие данные приходят на помощь

Для того чтобы снизить уровень бедности, сначала нужно точно его измерить. В Сенегале инновационный математический подход позволил составить подробную карту социально-экономического развития страны.

Более 7 из 10 жителей Сенегала считаются бедными. Эта оценка основана на данных, собранных в рамках обследования доходов и потребления домохозяйств и в ходе переписи населения. Однако такой подход является дорогостоящим и требует значительных людских ресурсов, из-за чего многие развивающиеся страны проводят подобные исследования лишь время от времени — а это ограничивает возможности мониторинга бедности. Еще одна трудность в том, что традиционный метод дает неточное представление о ситуации.

«В Сенегале для измерения бедности применяется монетарный подход, основанный на данных о доходах и потреблении. Он не позволяет оценить масштаб лишений, которым подвергаются люди в таких сферах, как здравоохранение, образование и т. д. Между тем, инструменты измерения бедности должны помогать властям увидеть полную картину этого явления во всех его аспектах», — поясняет демограф из Национального агентства по статистике и демографии (ANSD) Мамаду Амузу.

Математический подход, основанный на анализе больших данных, представляется эффективным способом, чтобы заполнить пробелы в традиционных методах исследования населения. Подтверждением тому служит исследование, проведенное Нити Похриял и Дамьеном Кристофом Жаком в 2017 году на тему «Объединение разрозненных источников данных в целях

совершенствования прогнозирования и картирования бедности». В исследовании использовались как данные из стандартных источников, таких как перепись населения и статистика по доходам и потреблению, так и данные, полученные менее традиционными способами, в частности с мобильных телефонов.

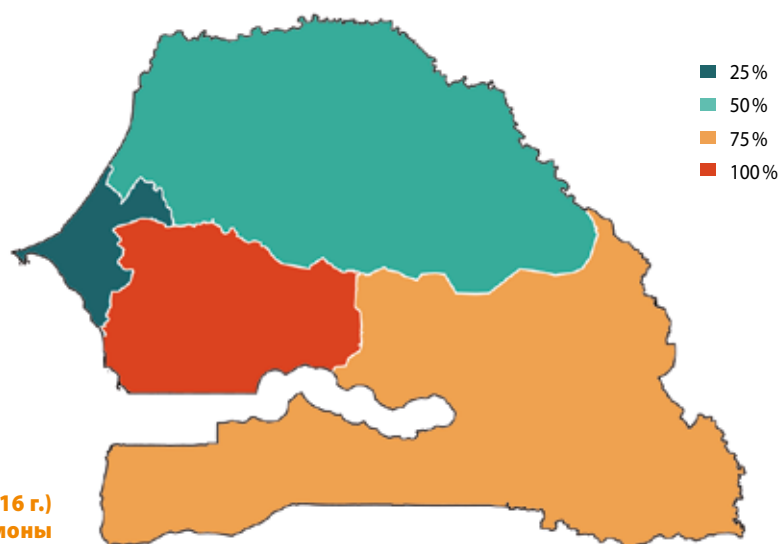
Цифровые следы

Данные о звонках дают представление о привычках пользователей на большей части территории Сенегала. Они генерируются при каждом звонке и смс-сообщении и позволяют определить, когда, где и с кем общаются пользователи. Такие цифровые «следы» являются источником сведений об уровне

грамотности населения, его мобильности и доступе к электричеству, которые непосредственно связаны с распределением богатства в регионе.

Данные для вышеупомянутого исследования были предоставлены телефонной компанией *Sonatel* и охватывали 11 млрд звонков и смс-сообщений от 9 млн пользователей мобильных телефонов. Помимо этого исследователи использовали спутниковые снимки, по которым можно определить такие параметры, как наличие ночного освещения и мощных дорог, плотность инфраструктуры, тип кровли на жилых домах и пр.

Эти сведения в сочетании с данными переписи позволяют составить более полную и точную картину уровня жизни населения. «Бедность проявля-



**Карта бедности Сенегала (2016 г.)
с делением на регионы**

ется во многих наших повседневных действиях. Благодаря искусственному интеллекту данные, полученные традиционными методами, могут использоваться для разработки алгоритмов машинного обучения, способных распознавать модели бедности. Задача в том, чтобы заставить «говорить» о бедности данные, изначально собранные для других целей. Это гораздо менее затратно и дает возможность получить более точную и лучше поддающуюся обновлению информацию», — объясняет профессор отделения математики и статистики Монреальского университета Кристиана Руссо.

Благодаря таким расширенным данным удалось составить карты бедности, позволяющие рассматривать эту проблему в динамике. Они отражают ситуацию по населенным пунктам и дают представление о распределении социально-экономических лишений во времени и пространстве. Например, они указывают на то, что уровень бедности во внутренних районах Сенегала выше, чем в столице страны Дакаре и прибрежных городах.

Кладезь информации для проектов в области развития

Карты бедности являются ценным инструментом для политиков, которые таким образом могут направлять помощь наиболее нуждающимся. «Картографирование может помочь в организации территориального распределения ресурсов. Используя данные телефонной связи, можно определить, кому требуется гуманитарная помощь. В Того этот подход уже

применяет организация *Give Directly*, содействующая осуществлению прямых денежных переводов», — отмечает один из авторов исследования по Сенегалу и аспирант в области геоматики Дамьен Кристоф Жак. «Математика позволяет нам оптимизировать использование ограниченных ресурсов», — в свою очередь подчеркивает Кристиана Руссо.

Тем не менее, несмотря на перспективные возможности, использование больших данных вызывает ряд вопросов. Данные телефонной связи принадлежат мобильным операторам, которые не заинтересованы в их передаче и не всегда склонны ими делиться. Более того, эта информация, которая, как правило, предоставляется каким-то одним оператором, не отражает положения всего населения. «К тому же, у некоторых людей есть несколько сим-карт, в то время как у других, например, у пожилых, детей и тех, кто живет в условиях крайней нищеты, телефона нет вообще», — уточняет Дамьен Кристоф Жак, добавляя, что «даже если мобильные данные очень информативны, их



Использование больших данных вызывает ряд вопросов

необъективность может стать проблемой для серьезных исследований».

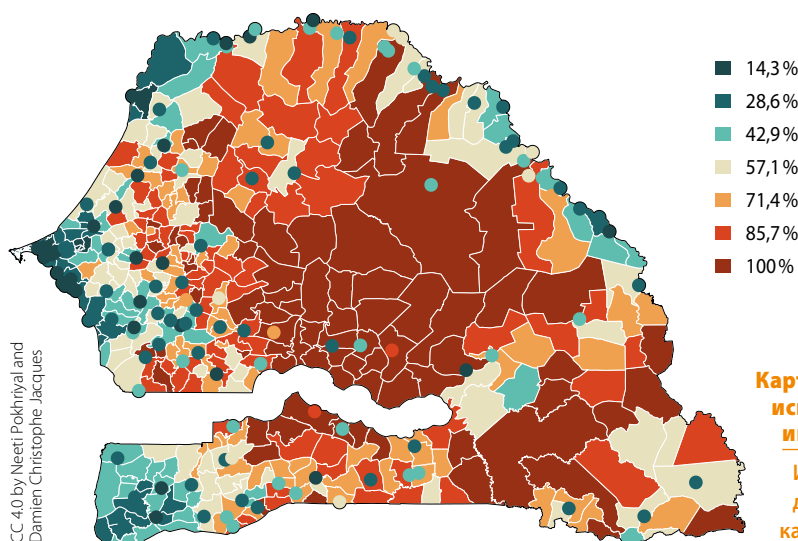
Еще одна трудность в том, что использование персональных данных, даже если они изучаются группами, а не по отдельности, поднимает вопросы этического характера. «Эти сугубо личные данные являют собой настоящий кладезь информации для проектов в области развития, но обращение к ним может представлять угрозу для неприкосновенности частной жизни. Поэтому необходимо найти баланс между защитой интересов отдельных лиц и пользой для общества», — подводит итог Дамьен Кристоф Жак.

«Данные из нетрадиционных источников — это дополнительная информация. Они используются по модели замещения, когда данные переписи отсутствуют, или по модели увеличения объемов информации, когда те уже имеются. Это перспективный метод, однако он не позволяет решить всех проблем», — подчеркивает Дамьен Кристоф Жак. Такого же мнения придерживается и Эмманюэль Летузе, руководитель неправительственной организации *Data-Pop Alliance* и создатель программы *OPAL (Open Algorithms)*, цель которой — облегчить доступ к данным мобильной связи и их использование в социальных целях в странах с низким уровнем дохода.

«В целом, география бедности и ее причины уже известны. Вопрос в том, как использовать эту информацию», — утверждает Эмманюэль Летузе. На данный момент результаты исследования в Сенегале еще не привели к изменениям в местной политике. «Тем не менее, эти исследования не бесполезны, так как помогают повысить осведомленность лиц, ответственных за разработку политики, — заверяет он. — Чтобы изменить привычки и представления, необходимо время». ■



Анализ больших данных позволяет заполнить пробелы в традиционных методах исследования населения



Карта бедности Сенегала за 2016 год, созданная с использованием больших данных, с указанием индекса бедности для 552 городов

Источник: «Объединение разрозненных источников данных в целях совершенствования прогнозирования и картирования бедности», 2017 г.

Пандемия: норвежская модель

Во время пандемии COVID-19 органы здравоохранения Норвегии одними из первых разработали математические модели, основанные на данных мобильной связи. Точная информация о перемещении населения позволила лучше прогнозировать распространение вируса.

С марта 2020 по июнь 2022 года у Арнольдо Фригесси, профессора статистики в Университете Осло и Университетской клинике города, не было ни минуты свободного времени: он был приглашен Норвежским институтом общественного здравоохранения для работы с группой моделирования пандемии COVID-19. Работать приходилось и днем, и ночью.

Органам здравоохранения требовалось оценить возможные последствия пандемии, такие как распространение вируса среди населения, ожидаемое количество госпитализаций и смертей. Эта задача и была возложена на группу моделирования.

«Наш рабочий день иногда длился по 17 часов. Я получаю зарплату из денег налогоплательщиков, и это накладывает на меня большую ответственность перед обществом, — признается ученый. — Математические модели позволяют объяснить или описать сложные явления, к которым относится и пандемия. В нашей модели мы старались отразить взаимосвязи между поведением отдельных людей, распространением вируса и санитарными мерами, принятыми органами здравоохранения».

Сложные взаимосвязи

«Норвегия стала одной из первых стран, у которых появилась эффективная модель на основе мобильных данных, — продолжает Арнольдо Фригесси. — В нашем распоряжении была собранная ранее обширная демографическая информация, а также данные о числе госпитализаций и уровне

заболеваемости». Тем не менее, подчеркивает ученый, хотя математическая модель и позволяет отслеживать большое количество людей и факторов, влияющих на ход эпидемии, она не в состоянии дать точной картины реальности.

Как и во многих других странах, в Норвегии для прогнозирования развития эпидемий инфекционных заболеваний используется эпидемиологическая модель SEIR, которая предусматривает деление населения на четыре класса: S (англ. *susceptible*) — те, у кого есть риск заражения, E (англ. *exposed*) — инфицированные, но еще не заразные, I (англ. *infected*) — инфицированные и распространяющие инфекцию, R (англ. *removed*) — выбывшие из инфицированных. Группа Арнольдо Фригесси адаптировала эту модель к COVID-19, опираясь на демографические, мобильные и эпидемиологические данные.

Более простые модели, например, используемые в онкоэпидемиологии, построены на предположении, что факторы риска не меняются в пространстве и времени. В случае с пандемией трудность состоит в том, что один человек

может заразить другого, а это значительно усложняет взаимосвязи.

Арнольдо Фригесси имеет большой опыт в моделировании инфекционных заболеваний. Так, в начале 1990-х годов он работал над моделью распространения ВИЧ. «Одно из главных отличий в том, что ВИЧ распространялся медленно, а COVID-19 — стремительно. Однако в случае обеих инфекций можно быть носителем вируса, не имея симптомов. Это очень усложнило работу над созданием модели».

«Охотница за коронавирусом»

Использование данных мобильной связи позволило норвежской модели выделиться на фоне остальных. Эти данные являются источником информации о перемещениях людей и позволяют точнее прогнозировать распространение инфекции.

В 2020 году газета *Dagens Næringsliv* («Сегодняшний бизнес») назвала аспирантку Сольвейг Энгебретсен одной из самых перспективных представительниц норвежской молодежи. Ее диссертация была посвящена использованию мобильных данных в математическом моделировании эпидемий гриппа. Арнольдо Фригесси был ее научным руководителем. В начале 2020 года Сольвейг вошла в его группу моделирования, где ее прозвали «охотницей за коронавирусом».

Группе было разрешено использовать данные мобильной связи оператора *Telenor*, услугами которого пользуются около половины жителей страны. «Каждые шесть часов к нам поступали данные о пере-



**Математическая
модель позволяет
отслеживать
большое количество
факторов, влияющих
на ход эпидемии**



движении абонентов, — поясняет девушка. — Составив карту их перемещений, мы создали модели распространения инфекции в норвежских муниципалитетах».

Предвидеть неизвестное

Скорость распространения вируса отражает индекс репродукции R , показывающий, сколько людей заражает один заболевший. Считается, что эпидемия затухает, когда R составляет менее 1. В норвежской модели значение R рассчитывалось на основе данных из больниц и результатов тестов. Поскольку последние более не обязательны, сегодня оно основывается исключительно на информации по госпитализациям.

«Мы все время боялись допустить ошибку», — вспоминает Арнольдо Фригесси. Как правило, результаты исследовательских проектов проверяются дважды или даже трижды, однако в чрезвычайных условиях пандемии это было невозможно. Но нехватка времени была не единственной проблемой. Группе моделирования постоянно

“ Данные мобильной связи позволили точнее прогнозировать распространение инфекции

приходилось следить за изменением эпидемиологических мер, моделей поведения, методов тестирования и появлением новых вариантов COVID-19. Модель приходилось адаптировать к каждой новой мутации вируса.

«Человеку сложно предугадать неизвестное и иметь дело с такими большими числами. Математические модели и статистика представляют собой инструмент, позволяющий объединить и систематизировать всю информацию, которая имеется у нас о вирусе», — объясняет Сольвейг Энгебретсен, добавляя, что Норвежский институт обществен-

ного здравоохранения использовал и другие модели.

Донести эту сложную информацию до общественности было еще одной непростой задачей. «Некоторые упрекали нас, что наши прогнозы слишком пессимистичны, например в том, что касается госпитализации. Однако в этом отношении были приняты дополнительные меры, которые в наших прогнозах не учитывались, и крайне важно объяснить это широкой публике», — уточняет она.

Арнольдо Фригесси придерживается похожего мнения. «Ученые должны научиться доступно объяснять сложные вещи, но политикам и гражданам также необходимо осознать, что речь идет о сложной информации, для понимания которой необходимы усилия и с их стороны. Все упростить невозможно, — подчеркивает он, напоминая, что борьба с пандемией — не только вопрос цифр и статистики. — При принятии решений не менее важны этические, социальные и экономические аспекты». ■

Лю Цзянья и Го Лян:

«Чем быстрее расчеты, тем меньше экологический след метавселенных»

В основе метавселенных лежат модели искусственного интеллекта и облачные технологии, которые требуют огромных энергозатрат — а значит, представляют собой проблему с точки зрения экологии. По мнению ученых Лю Цзянья и Го Ляна, математика может помочь уменьшить их экологическое воздействие.

Какое отношение математика имеет к метавселенным?

Прошел уже почти год с того дня, как компания Facebook сменила название на Meta и заявила о том, что планирует сосредоточить усилия на разработке своей будущей «метавселенной». С тех пор значение этого термина ничуть не прояснилось.

С точки зрения математики метавселенную можно определить как функцию, представленную двумя наборами объектов, связь между которыми отображается в виде стрелок. Один набор представляет собой объекты реального мира, скажем, Версальский дворец. Другой набор — это компьютерные модели реальных объектов, которые можно выводить на экран, и там с ними взаимодействовать — то есть виртуальный Версальский дворец.

Иными словами, метавселенные можно рассматривать как математи-

ческие операции, связывающие каждый элемент реального мира с одним или несколькими элементами мира цифрового.

Получается, что можно создать виртуальную копию всего нашего мира?

Может быть, сделать это и реально, но зачем и за счет чего? В широком смысле в основе любой метавселенной лежат две технологии: сбора данных и виртуальной реальности. Первая позволяет получить информацию о форме и внешнем виде объектов реального мира посредством цифровых камер или лазерных сканеров и представить ее в цифровом виде, а вторая — создать цифровой двойник, то есть виртуальную копию этих объектов, с целью реконструкции физического мира. Обе эти технологии требуют огромного количества вычислений. И обе в значи-

тельной степени опираются на модели искусственного интеллекта и облачные сервисы, которые чрезвычайно энергоемки.

Недавно ученые Массачусетского университета рассчитали, что в ходе обучения всего лишь одной модели искусственного интеллекта в атмосферу выделяется до 284 тонн углекислого газа. Это более чем в пять раз превышает объем выбросов от среднестатистического автомобиля за весь срок его службы. Облачные вычисления, которые необходимы для виртуальной реальности, онлайн-игр и обработки изображений с высоким разрешением, также чреваты увеличением выбросов парниковых газов.

Разработчики метавселенных должны нести ответственность за экологические последствия своей деятельности. Трехмерная реконструкция Версальского дворца может быть полезной, так как благодаря ей люди со-

© Falcó для «Курьера ЮНЕСКО»



“

В ходе обучения всего лишь одной модели искусственного интеллекта в атмосферу выделяется до 284 тонн CO₂

Преподаватель науки о данных в Шаньдунском университете (Китай), обладатель ученой степени Кембриджского университета (Великобритания). До работы в Шаньдунском университете занимал должность заместителя руководителя кафедры инноваций, открытой при поддержке BNP и KPMG в бизнес-школе НЕОМА (Франция).

Соредактор издания «Математическая культура», заслуженный профессор математики Шаньдунского университета (Китай). В 2003 году был удостоен почетного звания, присуждаемого Министерством образования Китая, а в 2014 году — Национальной премии Китая в области науки.

Параллельный мир метавселенной

Термин «метавселенная», образованный от приставки «мета» («после») и слова «вселенная», обозначает виртуальное пространство, параллельное реальному миру. Его придумал писатель-фантаст Нил Стивенсон для своего романа 1992 года «Лавина», где герои взаимодействуют друг с другом в виртуальном мире через аватары.

Сегодня этим термином называют иммерсивную виртуальную среду, в которой пользователи, также представленные аватарами, могут общаться, перемещаться по киберпространству, а где-то даже покупать и продавать. Метавселенные могут вплоть до гиперреалистичности имитировать реальный мир с его климатом, географией, времяисчислением и законами физики, такими как гравитация, или же действовать по своим особым правилам.

Альтернативный мир, погружение в который может быть частичным (дополненная реальность) или полным (виртуальная реальность), строится на принципах общей реальности (единый мир для всех подключенных пользователей) и постоянства (мир существует независимо от присутствия пользователей). Пользователи могут в любой момент погружаться в него или выходить.

Подключаться к метавселенным можно при помощи специальных очков или без них, когда изображение выводится на экран. Степень взаимодействия аватара с объектами и другими персонажами может варьироваться. В основе метавселенных лежат различные технологии, самые передовые из которых — иммерсивные технологии и блокчейн.

Метавселенные, которые широко используются в онлайн-видеоиграх, привлекли внимание и медиагигантов. Однако они применяются не только в индустрии развлечений, но и в таких областях, как удаленная работа, туризм, образование, здравоохранение и торговля недвижимостью.

всего мира смогут совершить по нему виртуальный тур и рассмотреть интерактивные фрески и произведения живописи, скульптуры и гравюры. Но нет никакого смысла тратить энергию на создание цифрового двойника обычного административного учреждения. Если человеку необходимо воспользоваться государственными услугами, ему совсем не обязательно для этого надевать специальные очки и «прогуливаться» по виртуальным коридорам унылого бетонного здания.

Каковы экологические последствия метавселенных?

Метавселенные стали одной из наиболее обсуждаемых технологических и социально-экономических тем. Многие компании сейчас активно разрабатывают всякого рода сервисы для нового цифрового мира. Однако в использовании связанных с метавселенными технологий, таких как искусственный интеллект, виртуальная реальность, 3D-анимация, блокчейн и многие другие, приоритет по-прежнему отдается человеку, то есть в процессе принятия

решений на первое место ставится выгода для людей, а не экология.

Искусственный интеллект и поддерживающие его работу системы приводят к росту экологических издержек. Для тренировки моделей глубокого обучения, в которых с помощью искусственных нейронных сетей обрабатываются большие объемы данных, требуются все более высокие вычислительные мощности и все больше электроэнергии. В результате финансовые и экологические издержки возрастают.

Чем сложнее метавселенная, тем больше требуется данных. И это проблема, поскольку дата-центры потребляют очень много энергии. Точно неизвестно, сколько энергии расходуется на хранение данных, генерируемых метавселенной и для нее, но цифра наверняка должна быть колоссальной. Здание дата-центров и системы охлаждения также являются источником большого количества CO₂.

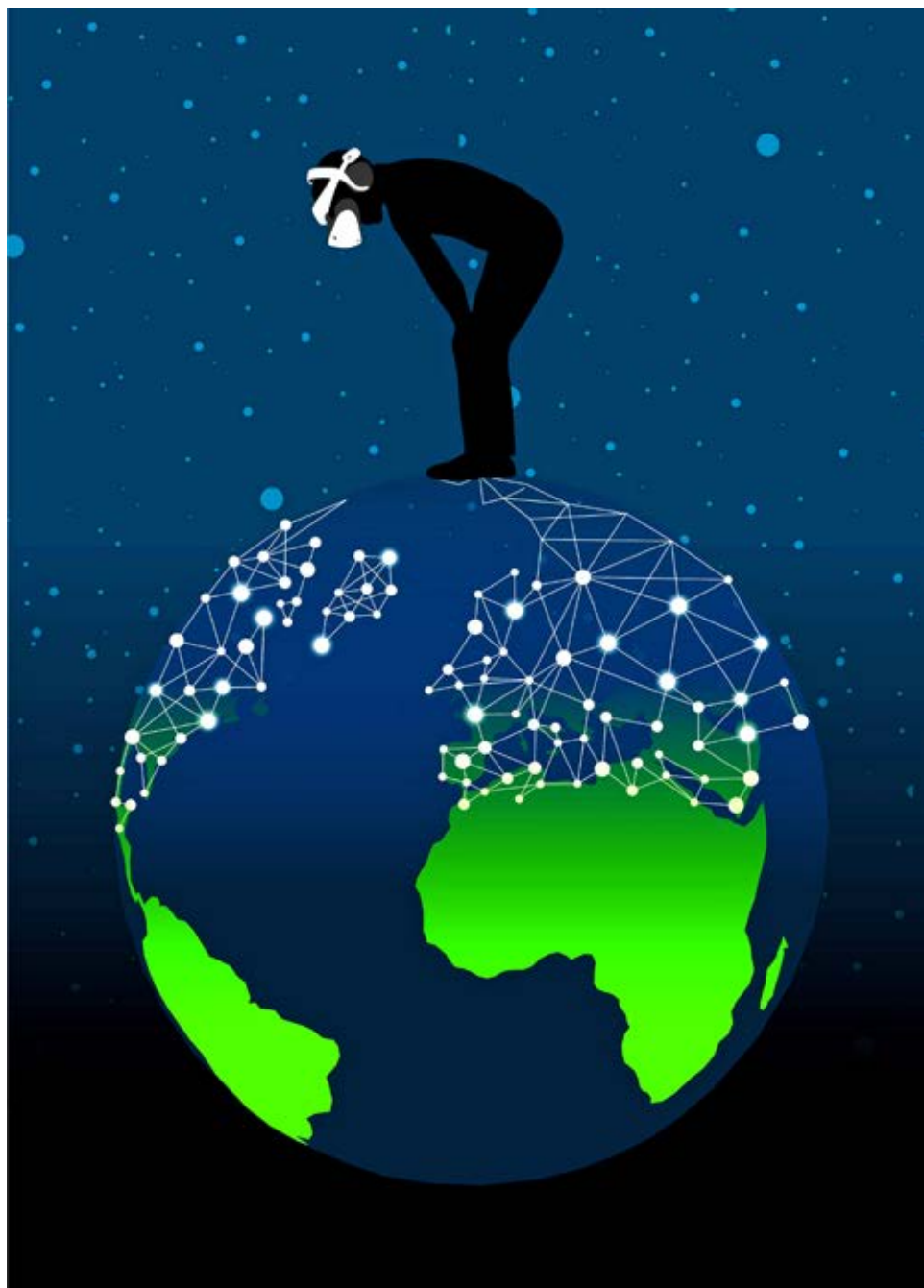
Так что метавселенные весьма энергоемки, и чем больше они и связанные с ними технологии используются, тем выше энергопотребление. Сектор высоких технологий и ученые должны

проявить ответственность и минимизировать воздействие метавселенных на окружающую среду. Любое решение в области новых технологий должно приниматься с учетом экологического фактора.

Как математика может способствовать повышению экологичности метавселенных?

Математика может различными способами помочь сократить связанное с ними энергопотребление. Так, ученые из Наньянского технологического университета в Сингапуре работают над методом выборочного 3D-сканирования для создания виртуальных моделей. Его смысл в том, что разработчикам метавселенных передаются данные не по всему сканируемому пространству, а только по интересующим их объектам, которые камера автоматически отбирает. Например, чтобы создать цифровую модель движения общественного транспорта, при помощи этого инновационного метода вычисляются и избирательно сканируются пешеходы и транспорт, а рекон-

“
**Инновационные
 методы
 вычисления
 могут снизить
 энергоемкость
 метавселенных**



© Falcó для «Курьера ЮНЕСКО»

струкцию других объектов можно будет сделать с меньшими вычислениями и меньшими энергозатратами.

Наша команда из Шаньдунского университета работает над заимствованным из аналитической теории чисел методом выборки, который также может снизить энергоемкость технологий, используемых в метавселенных. В частности, нас интересует лазерное 3D-сканирование, которое является наиболее эффективным способом цифрового представления данных и создания трехмерных цифровых моделей для метавселенных.

Лазерный сканер генерирует инфракрасный лазерный луч. Этот луч передается на вращающееся зеркало, которое

распределяет его на все окружающее пространство. Наталкиваясь на объекты, луч отражается от них и возвращается обратно в сканер, позволяя получить информацию о их пространственном положении, необходимую для построения трехмерной модели. Вместе с тем головка сканера поворачивается, сканируя таким образом всю поверхность объекта и представляя полученные измерения в виде набора («облака») из множества точек с вычисленными трехмерными координатами. Однако регистрация, цифровое представление и обработка этих облаков точек — задача вычислительно трудоемкая.

Допустим, мы хотим создать цифровой двойник обелиска на площади Согласия в Париже. Как правило, чтобы вычислить точные параметры обелиска, сканер должен определить координаты около миллиона точек. Наш метод позволяет получить цифровую копию такой же степени точности при количестве замеров на 40 % меньше. Благодаря этому существенно сокращается и потребляемая энергия, и время, необходимое для создания модели. Таким образом, чем быстрее производятся расчеты, тем меньше в конечном итоге экологический след метавселенных. ■

Дэн Майер: «Математика страдает от своей репутации среди школьников»

Дэн Майер

В прошлом учитель математики, ныне обладатель ученой степени, присужденной ему Стэнфордским университетом (США) в области методики преподавания математических наук, и руководитель исследовательского отдела компании Desmos, разрабатывающей бесплатные компьютерные программы для учителей математики

Почему математика имеет репутацию абстрактной и слишком сложной науки, осилить которую способен не каждый? Математик и педагог Дэн Майер винит в этом традиционные методы преподавания и призывает изменить учебную программу так, чтобы вместо зубрения теории и повторения чужих мыслей учащиеся могли делиться собственными выводами и размышлениями.

Как у вас появился интерес к математике?

Я всегда любил учебу вообще и математику в частности, хотя и у меня был опыт разочарований и неудач, связанных с этим предметом, — и я стараюсь не забывать о нем, потому что он помогает мне понять тех, у кого математика вызывает трудности. Но мне повезло: у меня были замечательные учителя, искренне интересующиеся своими учениками. Они подчеркивали важность моих собственных идей, пусть до меня они и слышали эти идеи много раз.

Кроме того, я учил математику не просто ради оценок и сдачи экзамена — эта дисциплина помогала мне находить ответы на конкретные вопросы. Например, подходя к кассам продуктового магазина, я хотел понять, какая из очередей двинется быстрее: та, где стоит много людей с небольшим количеством покупок, или же та, где мало людей, но все с полными тележками? Это потрясающее чувство, когда при помощи математики вы можете решить бытовую задачу, с которой сталкиваются многие.

Почему у столько людей математика вызывает негативные чувства?

Если посмотреть статистику в Google, мы увидим, что вопрос «Почему я не

понимаю математику?» встречается гораздо чаще, чем аналогичный вопрос про, скажем, иностранные языки, физику или историю. Математика определенно страдает от своей плохой репутации среди школьников. Во многом такое восприятие обусловлено и всей нашей культурой, и тем, как относятся к математике у нас в семье, однако очень большую роль в этом играют учителя.

Как правило, до того как объяснять новую тему по другим предметам, учитель пытается определить, что учащимся уже известно. В математике же обычно предполагается, что исходный уровень знаний у учеников очень низкий. Чтобы преуспеть, школьникам зачастую приходится абстрагироваться от всего, что они знают о числах, формах, образах действия — иными словами, о том, как устроен этот мир, — и попытаться запомнить ряд теоретических правил. Мы не должны давать ученикам задачи, где кто-то пробегает десять километров с неизменной скоростью, когда им прекрасно известно, что в реальной жизни такого не бывает. Тем не менее, на уроках это встречается сплошь и рядом. Неудивительно, что учащиеся начинают видеть в математике дисциплину, совершенно оторванную от жизни, для изучения которой необходимо отставить в сторону все, что вы знаете о себе и окружающем мире.

Кроме того, многие до сих пор считают, что у человека либо есть мате-

матический склад ума, либо нет. В гуманитарных науках истину обычно ищут общими усилиями, и неспециалисты могут выражать свое мнение наравне с экспертами. В математике же вы должны заучивать мысли давно умерших исторических фигур, утвердивших математические догмы. Это вызывает лишь отвращение к предмету. Лично я вовсе не хотел бы каждый день на протяжении двенадцати лет своей жизни тратить время на то, чтобы угождать людям, которых уже нет на свете.

Как нужно преподавать математику, чтобы она нравилась учащимся?

Мы должны стимулировать учащихся, ставить их в ситуации, когда им нужно подключать все свои чувства и задействовать уже имеющиеся у них знания. Крайне важно, чтобы ученику было интересно то, что он делает на занятиях, и чтобы он видел в этом пользу. Увы, очень часто происходит наоборот, и после того, как дети начинают изучать математику, у них падает самооценка и они начинают сомневаться в себе. Такого не должно быть. Нам необходимо направить все свои силы на то, чтобы изменить методы преподавания математики.

В последнее время я много думаю над тем, как учителя могут помочь ученикам почувствовать свою значимость.





© Boris Séménako для «Курьера ЮНЕСКО»

Если мы не в состоянии создать для учащихся бережную, доброжелательную среду, мы должны что-то изменить в своей работе.

Как побудить учителей изменить свои методы?

Учителя — важнейший фактор обучения, и, хотя часто я критикую их педагогические методы, я с огромным уважением отношусь к их труду. Сейчас я работаю в компании, которая разрабатывает образовательные технологии, и я точно знаю, что кое-что учителя умеют делать лучше любой технологии — они могут побуждать учеников делиться своими мыслями и выводами. Например, можно нарисовать на доске несколько похожих, но отличающихся друг от друга геометрических фигур и спросить, что у них общего, в чем отличие, какая из них лишняя. Именно учитель создает в классе доверительную обстановку, в которой дети не боятся высказываться. И только тогда они начинают учиться и любить учебу.

Когда я работал учителем, я много времени тратил на составление и корректировку учебной программы и подготовку к урокам. Подготовка хорошего урока — дело непростое, и учителям необходимо оказывать в этом поддержку. Большинство готовых учебных программ, предлагаемых на рынке, транслируют ученикам такое сообщение: «Нам не интересно, что вы знаете. Но сейчас мы расскажем вам, что знаем мы, а затем мы попросим вас это воспроизвести». Мы должны помогать учителям отходить от этой схемы. Помогать им понять, когда лучше промолчать, как эффективно слушать, как связывать между собой различные понятия. Любой, кому доводилось преподавать, знает, что это трудная работа, которая требует от вас быть социологом, психологом и экспертом в своей области одновременно. Это невероятно сложно, и потому крайне важно обеспечивать учителям методическое сопровождение.

Каким должен быть учебник математики в будущем?

В учебнике будущего большое место должно отводиться развитию мыслительной деятельности учащихся — такое же, какое отводится не менее важным теориям, выдвинутым математиками прошлого. Каждая часть учебного плана должна отвечать на вопросы: «Для чего было придумано это правило? Какую задачу оно призвано решить? Почему уже существующих правил оказалось недостаточно?» Учебник математики должен объяснять, для чего нужны те или иные математические знания, и ставить учеников в такие ситуации, где они будут им приходить на помощь. В обучении мы должны опираться на реальные потребности человека. ■

Сингапур: научная карьера продолжает отпугивать женщин

В Сингапуре девушки преобладают среди студентов математических факультетов. Тем не менее, они намного реже работают в сфере науки и технологий. Причина этого — недостаток уверенности в себе, который часто удерживает женщин от выбора профессий, считающихся мужскими.

Когда 27-летняя шифровальщица из Сингапура Джоэль Лим сталкивается с трудностями в работе, она начинает сомневаться в себе. В ее памяти вновь звучат уничижительные комментарии знакомых мужчин, утверждающих, что своим продвижением по службе женщины обязаны скорее позитивной дискриминации, чем собственным заслугам. Жозель, занимающаяся математическими исследованиями в интересах обороны этого островного государства с населением около 5,9 млн человек — одна из небольшого, но растущего числа сингапурок, занятых в области науки, технологий, инженерного дела и математики (НТИМ).

На фоне сохраняющегося оттока талантливых женских кадров из этих профессий город-государство прилагает все больше усилий по борьбе с причинами их ухода, в частности такими, как «стеклянный потолок» и необходимость совмещать работу с уходом за детьми. Однако, как показы-

вает пример Джоэль Лим, существует еще одно, менее очевидное и более коварное препятствие, которое удерживает женщин от карьеры в сфере НТИМ: неуверенность в своих силах.

Красноречивые цифры

Согласно недавнему исследованию Наньянского технологического университета (НТУ), сингапурские женщины гораздо менее уверены в своих способностях к математике, чем мужчины. Это тем более поразительно, что по успеваемости в этой дисциплине девочки ничуть не уступают мальчикам.

Сингапурские ученики обоих полов занимают первые места в мировых рейтингах, таких как Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся (PISA). По словам представителя Министерства образования страны, учебники и учебные материалы по математике также тщательно проверяются, чтобы избежать гендерных стереотипов.

Девушки показывают даже лучшие результаты, чем юноши. По правительственным данным, в период с 2005 по 2020 год на церемониях вручения дипломов число выпускниц факультетов естественных наук, физики и математики стабильно превышало число выпускников, составляя в среднем 62 %.

Однако когда дело доходит до трудоустройства, их доля резко падает. По словам автора исследования НТУ и доцента в области биоинженерии Сиерин Лим, процент женщин, занятых

в науке и технологиях, удивительно низок. Исследование показывает, что около половины выпускниц технических факультетов работают не по специальности. Согласно данным Министерства труда Сингапура, в 2020 году женщины составляли лишь треть от общего числа работников в сфере НТИМ.

Неуверенность в себе

Ответ на вопрос о том, почему так происходит, может дать исследование преподавателя психологии Сингапурского университета управления (SMU) Чэн Чи-Ин, которая занимается мониторингом уровня уверенности в себе у студенток младших курсов, изучающих информатику. Предварительные результаты ее исследования внушают тревогу: уже начиная с первого семестра девушки чувствуют себя менее уверенно, чем молодые люди. И по мере учебы их неуверенность в себе лишь возрастает.

Чэн Чи-Ин винит в этом гендерные стереотипы. «В данной отрасли все еще бытует представление, что идеальный работник НТИМ — это мужчина, — отмечает она, — поэтому женщинам приходится прикладывать больше усилий, чтобы вписаться в коллектив».

Подобное давление сказывается на женщинах по-разному, подталкивая одних к чрезмерной напористости, а других — к подавлению своих эмоций в стремлении не выглядеть слишком чувствительными. По словам профессора



Половина выпускниц технических факультетов работает не по специальности



Чэн, «студентки пытаются совмещать свою профессиональную и гендерную идентичности, но у многих это не получается».

По мнению Джорджет Тан, главы организации по защите гендерного равенства *United Women Singapore*, решением этой проблемы следует заниматься с подросткового возраста. «Девочки говорят нам, что родители поощряют их к карьере в области НТИМ меньше, чем их братьев. Во многих семьях продолжают считать, что эта работа не для женщин, — добавляет она. — А со стереотипами сложно бороться».

В целях их преодоления *United Women* с 2014 года осуществляет программу, в которой уже приняли участие 26 000 девочек-подростков с 10 до 16 лет. «Мы надеемся, что родители поймут, что их дочь может отлично преуспеть в сфере НТИМ, найти хорошую работу и иметь высокую зарплату», — подчеркивает Тан.

Вдохновляющие примеры

Борьба со стереотипами — это первый шаг. Но также необходимо предложить студенткам реальные образцы для подражания. «Девушкам нужны примеры, которые бы их вдохновляли», — говорит Тан.

В прошлом году ее организация добавила в свою программу такой компонент, как наставничество. Ее команда также организует стажировки и готовит женщин к работе в корпоратив-

ной среде, обучая их таким навыкам, как, например, подготовка совещаний. «При выходе на рынок труда от них сразу же требуется полная готовность к работе, — поясняет она. — И потому чрезвычайно важно хорошо подготовить их к началу трудовой деятельности».

В целях «повышения жизнестойкости» женщин НТУ также планирует познакомить студенток НТИМ с наставниками из данной индустрии и провести мастер-классы для тренировки

таких надпрофессиональных навыков, как умение общаться с людьми и самоменеджмент.

В свою очередь, Министерство образования Сингапура собирается запустить стипендиальную программу по инженерно-техническим специальностям, которая предоставит ученикам выпускных классов с прочными знаниями по естественным наукам и математике возможность получить профессиональный опыт еще до окончания школы.

© Sylvie Serprix для «Курьера ЮНЕСКО»



Согласно докладу ЮНЕСКО, девочки больше не отстают от мальчиков по математике

В начале обучения успеваемость по математике у мальчиков выше, чем у девочек, однако впоследствии они выравниваются, причем даже в беднейших странах. Таков вывод публикации ЮНЕСКО, представленной в апреле 2022 года группой по подготовке Всемирного доклада по мониторингу образования и основанной на данных по начальной и средней школе в 120 странах.

Эта тенденция наблюдается во всем мире: после нескольких лет учебы девочки догоняют, а в некоторых странах даже опережают мальчиков. Так, в Камбодже, Конго, Малайзии и на Филиппинах успеваемость по математике на восьмом году обучения у девочек выше.

Однако предрассудки искоренить непросто, и, несмотря на успехи девушек в точных дисциплинах, на пути обеспечения им доступа к научной деятельности наравне с мужчинами по-прежнему сохраняются препятствия. В конце начальной и в средней школе гендерный разрыв по математике исчезает, но в среднем по миру среди лучших учеников по этому предмету мальчиков все еще существенно больше. Даже в странах со средним и высоким уровнем дохода, где успеваемость девочек в средней школе значительно выше, они реже выбирают научную карьеру.

Марьям Мирзахани: первая женщина — лауреат Филдсовской премии

Стеклянный потолок, препятствующий карьере женщин в науке, был пробит в 2014 году, когда иранский математик Марьям Мирзахани получила медаль Филдса за выдающийся вклад в изучение геометрии и динамических систем и, в частности, в понимание симметрии сферических, тороидальных и других кривых поверхностей. Она стала первой женщиной и первым выходцем из Ирана в почетном списке лауреатов самой престижной математической награды в мире.

Марьям Мирзахани родилась в Тегеране в 1977 году. В детстве она мечтала стать писателем, однако впоследствии на первое место вышло другое ее увлечение — математика. В старших классах она одной из первых среди иранских девушек участвовала в Международной олимпиаде по математике, выиграв две золотые медали. По окончании Тегеранского технологического университета им. Шарифа она переехала в США, где в 2004 году получила докторскую степень в Гарварде, а в 2009 году начала преподавать математику в Стэнфордском университете.

Сегодня Марьям Мирзахани является вдохновляющим примером для женщин-ученых всего мира. «Я уверена, что в ближайшие годы таких премий будут удостоены многие другие женщины», — говорила она в 2014 году. В 2022 году украинка Марина Вязовская стала второй женщиной, которой была присуждена Филдсовская премия. К сожалению, Марьям Мирзахани этого не застала: в 2017 году она скончалась от рака груди в возрасте 40 лет.

В честь Марьям Мирзахани, которая признана одним из величайших математиков своего поколения, назван ряд других математических наград, включая премию *Maryam Mirzakhani New Frontiers* («Новые рубежи») и премию им. Марьям Мирзахани за достижения в области математики. Кроме того, начиная с 2019 года в день ее рождения, 12 мая, проводятся ежегодные мероприятия в поддержку женщин-математиков.

Широкий круг возможностей

Еще одним вызовом для женщин является ограниченность карьерных перспектив для тех из них, кого интересует не прикладная, а фундаментальная математика. «Мне говорили: «Сначала получи диплом, а потом будет видно»», — вспоминает 35-летняя уроженка Сингапура Чармейн Сиа, которая преподает математику в Нью-Йоркском университете. В 2006 году она обнаружила, что не существует стипендий, позволяющих учиться в аспирантуре по фундаментальной математике за рубежом, а затем сделать карьеру в своей стране. «Тем не менее, — добавляет эта стипендиатка премии им. Элис Т. Шафер по математике, — кто бы мог подумать, что потом компании с Уолл-Стрит будут соревноваться за возможность нанять всех без исключения выпускников факультетов математики и информатики?»

Действительно, диплом в области математики открывает множество дверей, в частности в сфере финансов. Генеральный директор *Randstad Singapore* Джая Дасс утверждает, что за последние полгода ее кадровое агентство устроило половину из 15 кандидатов-математиков на работу в

финансовую сферу. «Женщины, имеющие диплом по математике, — отмечает она, — начинают понимать, что есть другие, более привлекательные способы его применения».



Целый ряд новых инициатив призван помочь женщинам построить карьеру в сфере ИТИМ

Подобные изменения начались еще десятилетия назад. 54-летняя директор по финансовым услугам одной из сингапурских консалтинговых компаний Анжелина Тан — яркое тому подтверждение. Обладательница двойного диплома по математике и физике, она ушла из преподавания в 1995 году из-за слишком плотного графика. «В моем случае это было не из-за проблем с уверенностью, — подчеркивает она, — наоборот, ее мне придает отсутствие

страха перед цифрами». Сегодня особым успехом пользуется сфера новых технологий, предоставляющая рабочие места в таких модных направлениях, как анализ данных, программное обеспечение и искусственный интеллект.

Джейми Лим, 17-летняя ученица средней школы математики и естественных наук при Национальном университете Сингапура, в свою очередь, планирует заниматься информатикой, когда через два года поступит в университет. «Мне более понятны карьерные возможности, и я смогу продолжать заниматься математикой», — поясняет девушка, представлявшая свою страну на региональных олимпиадах по математике и информатике. Она уверена в своих силах и жалеет о том, что квалифицированные специалисты уходят из профессии, связанных с математикой. «Я так просто не откажусь от дела, которое действительно люблю. Но, — признает она, — пока мне сложно судить, ведь я еще не работаю». ■

Обучение математике в ЮАР: уравнение с множеством переменных

Южноафриканские школьники не могут похвастаться хорошими результатами по математике. Низкий уровень знаний по этой дисциплине в стране, где расположен ряд университетов мирового уровня, объясняется, в том числе, нехваткой квалифицированных учителей и последствиями дискриминационной политики прошлого. По мнению экспертов, чтобы переломить эту тенденцию, необходимо усилить преподавание математики с первых лет обучения.

Местные жители знают давно: южноафриканские школьники в математике не сильны. Это подтверждают результаты мониторинга, проведенного в 2019 году в рамках Международного исследования качества школьного математического и естественнонаучного образования (TIMSS, от англ. *Trends in Mathematics and Science Study*). По итогам тестирования в начальной школе Южная Африка занимает одно из последних мест среди 64 стран — участниц TIMSS. В старших классах ситуация не лучше: южноафриканские 9-классники оказались предпоследними в списке из 39 стран. Еще больше тревожат данные Южноафриканского института бухгалтеров (Мидранд, ЮАР), согласно которым математику выбирает менее трети учащихся последнего года обучения в школе, а экзамен успешно сдает только половина из них.

Столь плачевные результаты, по словам заслуженного профессора Стелленбосского университета Джонатана Янсена, уходят корнями в историю страны. Закон об образовании банту 1953 года, принятый в эпоху апартеида, повлек за собой снижение образованности чернокожего населения. Хендрик Фервурд, занимавший пост премьер-министра Южной Африки с 1958 по 1966 год, прославился своим высказыванием: «В чем смысл учить детей банту математике, если

она им не пригодится? Это абсурдно. Образовательные учреждения должны учить людей в соответствии с их будущими возможностями и с той средой, в которой они живут».

Политика сегрегации ушла в прошлое, однако и сегодня, почти 70 лет спустя после принятия Закона об образовании банту, южноафриканская система образования по-прежнему ощущает на себе его последствия. Учащиеся бывших школ для чернокожих продолжают демонстрировать катастрофически низкий уровень математической грамотности, в то время как ученики школ, куда допускались лишь представители белой расы, показывают результаты, сопоставимые с учебными заведениями США и Европы. Тем не менее, нельзя объяснить низкую успеваемость одной лишь дискриминационной политикой прошлых лет. Как уточняет профессор Янсен, «все страны юга Африки имеют похожую историю, однако когда дело касается математики, хуже нас в регионе не найти».

Дефицит квалифицированных учителей

Другая переменная в этом сложном уравнении — нехватка квалифицированных учительских кадров. Непопулярность профессии, связанная с плохими условиями работы, ведет к

тому, что многие студенты идут преподавать лишь в крайнем случае. С целью восполнить дефицит учителей были организованы годовые курсы, позволяющие выпускникам вузов освоить навыки преподавания. Однако такие курсы стали жертвой собственного успеха, как показало исследование, проведенное Жаком Верстером в одном из технических университетов страны. Этот вуз столкнулся с резким ростом спроса на свой курс (в 2015 году по сравнению с 2014 годом число слушателей выросло вдвое) при том, что объем средств увеличен не был. В результате университету пришлось действовать в ситуации, когда от него «ожидали больших результатов с меньшими затратами».

Кроме того, по причине низкой мотивации как у студентов, так и у преподавателей — а курсы проводятся в основном в вечернее время преподавателями, работающими по совместительству — по окончании годичного обучения подготовка многих выпускников не соответствует требованиям. Однако, по мнению Верстера, главную проблему представляет отсутствие непрерывного профессионального развития. «Мы выдаем студентам дипломы, а затем оставляем их без поддержки», — сожалеет он.

В итоге общий уровень учителей математики оставляет желать лучшего. Заведующая по стандартам



▼ Одна из школ Восточно-Капской провинции ЮАР, 2013 г. Фотография сделана в ходе посещения школы в рамках кампании, организованной общественной организацией Equal Education с целью улучшения оснащения школ.

Южноафриканского института бухгалтеров Фейт Нгвенья категорична в своей оценке: «Те, кто преподает этот предмет, не достаточно компетентны. Они учат решать задачи, ответ на которые не в состоянии обосновать сами».

Базовые навыки — основа основ

По мнению профессора Янсена, подготовка учителей — не единственная проблема. Его и других его коллег с большим опытом работы беспокоит тот факт, что в последние годы приоритетом стало не обучение основам математики в начальной школе, а получение высокого балла в старших классах, где была введена упрощенная альтернатива этой дисциплины под названием «Математическая грамотность». При этом, как подчеркивает профессор, первые годы обучения имеют решающее значение для дальнейшей учебы, поскольку «в математике вы всегда опираетесь на знания, приобретенные ранее».

Низкий уровень базовых знаний, полученных на начальном этапе, отражается на всем последующем обучении. «Стоит ли говорить, что детям, занимавшимся в дошкольных учреждениях, математика дается легче, чем тем, кто этого не делал. Дети из образованных

семей добиваются еще более высоких результатов, — поясняет Янсен. — Если вы родились в бедной семье из рабочего класса и ваши родители, детский сад и начальная школа не дали вам преимуществ, то и дальше вы будете оставаться на последнем месте».

Преодолеть пережитки апартеида непросто, однако эксперты не теряют оптимизма. Игра стоит свеч: математика способствует формированию когнитивных навыков, которые, напоминает Фейт Нгвенья, входят в число важнейших навыков XXI века. Ведь этот предмет развивает не только умение считать, но и критическое мышление, коммуникативные и творческие способности и навыки сотрудничества. «Знать математику не значит уметь производить числовые расчеты. Это значит уметь вникать в суть, анализировать и решать поставленные задачи», — продолжает Фейт Нгвенья, и профессор Янсен полностью разделяет ее точку зрения. «Дело не только в умениях, но и в отношении, — добавляет он. — Если ученик привыкает к тому, что у него ничего не получается, он перестает пытаться».

Начать с начальной школы

Для того чтобы разорвать замкнутый круг неудач и вывести из него подрас-

тающее поколение, действовать нужно уже сейчас. «Эта задача выполнима, — уверен профессор Янсен. — Если мы приложим надлежащие усилия по развитию базовых математических навыков в начальной школе, успеваемость в старших классах значительно улучшится».

Некоторые южноафриканские университеты уже помогают школам в бедных районах повысить качество их учебных программ по математике. Однако чтобы охватить все 26 000 государственных школ страны, необходимы меры на национальном уровне. «Сделать это реально, — подчеркивает Янсен. — Намибия, при гораздо меньших ресурсах, чем у нас, приняла соответствующие меры еще в 1990-х годах. Южная Африка насчитывает 26 высокочастотных университетов, причем семь из них — мирового уровня. Разве этого недостаточно, чтобы справиться с задачей?»

На вопрос о том, с чего следует начать, Джонатан Янсен отвечает на удивление просто: «Во-первых, нам нужен план. Во-вторых, ключевую роль в этом плане необходимо отвести учителям». ■

Оазисы Марокко:



Мустафа отвечает за распределение воды
в оазисе Тигмерт, январь 2021 г.

по другую сторону миража



Восходящая звезда документальной фотографии марокканский фотограф Сейф Кусмате уже несколько лет работает над проектом *Waha*, что в переводе с арабского значит «оазис». Его цель — показать истинный облик оазисов в наши дни. Путешествуя по югу Марокко, он запечатлевает на своих снимках реальную жизнь, далекую от стереотипов и идеализированных представлений, которые распространились благодаря рассказам путешественников и художественным произведениям.

Желая ощутимее передать масштабы деградации этих хрупких экосистем, фотограф — бывший инженер — использует не только визуальные возможности фотографии, но и пластические свойства бумаги. Поджигая некоторые снимки или раздвигая их кислотой, он с помощью и самого изображения, и его носителя выражает одну идею: оазисы страдают от интенсивного сельского хозяйства и изменения климата, иссыхая и исчезая под песчаными наносами.

На протяжении лишь одного поколения оазисы изменились до неузнаваемости. От пальмовых рощ почти ничего не осталось, почва покрылась трещинами из-за нехватки воды, ставящей под угрозу исключительное биоразнообразие этих островков жизни, которые все еще служат домом для более двух миллионов человек и большинства видов животных, обитающих в Марокко¹. Работы Сейфа Кусмате раскрывают красоту этого уязвимого мира, который еще не поздно спасти. «Пока в оазисах есть жизнь, — заверяет фотограф, — есть и надежда на их сохранение». ■

1. Начиная с 2000 года расположенные на юге Марокко оазисы входят во Всемирную сеть биосферных заповедников ЮНЕСКО.

Справа вверху: Ахмед собирает водоросли, чтобы облегчить приток воды в оросительную систему оазиса Тигмерт, сентябрь 2020 г.

Внизу: Оазис Акка, февраль 2021 г.



Справа внизу: Братья Хасан (слева) и Абдерахман, живущие в оазисе Тигмерт, сентябрь 2020 г. После кончины их отца в 2013 году Хасан бросил учебу, чтобы заботиться о семье. Его младший брат Абдерахман не видит свое будущее в оазисе.





Стихотворение одного из жителей оазиса Тигмерт Ибрагима Раджаа, повествующее о тяготах местного населения и об ухудшении состояния оазиса, сентябрь 2020 г.



Оазис Акка, февраль 2021 г.

Справа: Руки Зайны из оазиса Акка, февраль 2021 г.



Оросительные системы в оазисах предполагают коллективное пользование водными ресурсами. Сейчас очередь Саиды и ее племянника Нурдина поливать свои посевы. Тата, сентябрь 2020 г.





Али — один из последних ремесленников оазиса Акка, кто еще строит традиционные дома из самана, февраль 2021 г.



Алифаль очищает оросительный канал, оазис Тигмерт, сентябрь 2020 г.



*Портрет Ильяса, оазис
Агинан, февраль 2021 г.*







© Museum of London / Henry Grant Collection

▼ Дети на улицах Лондона, 1967 г.

Игра на открытом воздухе — право и потребность ребенка

О пользе прогулок для физического и психического здоровья детей знают все. Тем не менее, современные дети все меньше времени проводят на свежем воздухе. Частично это объясняется разрастанием городов, увеличением дорожного движения, зависимостью от экранов и гиперопекой со стороны родителей.

При взгляде на произведения уличной фотографии начала XX века нельзя не заметить, как часто на них запечатлены дети. Они носят тяжелые сумки, идут с ранцами в школу, пускают бумажные кораблики в сточных канавах в Париже, брызгаются водой из пожарных гидрантов в Нью-Йорке — и все это без единого взрослого рядом. В наши дни сделать такую фотографию непросто: дети, которые бы играли в общественных местах, катались на велосипеде или шли куда-то сами по себе, стали редкостью.

Это явление наблюдается во всем мире, где на протяжении последних поколений дети гуляют или передвигаются по улице без взрослых гораздо меньше, чем в прошлом. Такое сокращение пребывания на открытом воздухе является главной причиной снижения уровня физической активности детей — ведь то, как много ребенок двигается, зависит в первую очередь от того, сколько времени он проводит на улице.

По рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, дети от 1 года до 5 лет должны двигаться не менее трех часов в день, а дети и подростки от 5 до 17 лет — получать уме-

ренную или интенсивную физическую нагрузку не менее 60 минут ежедневно. Фактически же, как показало недавнее исследование, проведенное в 29 странах, дети в возрасте от 3 до 12 лет проводят на свежем воздухе в среднем 60–165 минут в день.

Похожие выводы делает Всемирный альянс в интересах физической активности детей (англ. *Active Kids Global Alliance*). В октябре 2022 года он опубликовал результаты своего исследования *Global Matrix 4.0*, в рамках которого проводилась комплексная оценка активности детей и подростков в 57 странах, и они неутешительны: уровень физической нагрузки у детей во всем мире определенно недостаточен.

Игра — залог развития

Такая ситуация не может не вызывать беспокойства, тем более с учетом того, что игры на открытом воздухе имеют большое значение для здоровья и развития детей. Игровая деятельность занимает в жизни ребенка настолько важное место, что Организация Объединенных Наций даже внесла право на участие в играх в Конвенцию о правах ребенка. Особенность игр на открытом воздухе в том, что ребенок

может самостоятельно и спонтанно выбирать себе развлечение. Прогулки способствуют социально-эмоциональному, когнитивному и физическому развитию. Ежедневные игры на свежем воздухе также содействуют формированию у детей важнейших локомоторных навыков, таких как бег, прыжки на одной ноге и перепрыгивание. Благодаря этим навыкам они смогут уверенно двигаться всю дальнейшую жизнь.

К тому же, пребывание на свежем воздухе полезно для здоровья. А чем раньше привить полезные привычки, тем более вероятно, что они сохранятся в течение всей жизни. Дети, которые много гуляют и двигаются, менее склонны к развитию хронических заболеваний, таких как ожирение, болезни сердечно-сосудистой системы и диабет. У них улучшается психическое здоровье, когнитивные и исполнительные функции, и в целом они чувствуют себя лучше. Точно так же, если ребенок с детства привык к малоподвижному образу жизни, если у него с юных лет появилась склонность к лишнему весу и ожирению, то, скорее всего, во взрослом возрасте ситуация будет такой же.

Прогулки также дают детям возможность для общения с членами



своей семьи, сверстниками и другими людьми. Они создают благоприятные условия для развития социальных навыков, творческих способностей, умения оценивать риски, самостоятельности, целеустремленности и других важных качеств. Они также способствуют развитию любознательности и интереса к окружающему миру.

Кроме того, исследования показали, что после прогулок концентрация внимания на уроке у детей повышается. Дело в том, что в ходе подвижных игр на открытом воздухе улучшается кровоснабжение головного мозга — а вслед за ним и мыслительные процессы.



Исследования показали, что после прогулок концентрация внимания на уроке повышается

Еще более полезны прогулки на природе. Они содействуют активно-познавательной деятельности, развивают воображение и навыки взаимодействия с людьми, растениями и животными, а также воспитывают в детях бережное отношение к природе.

Для развития ребенка важны и «опасные» игры, предполагающие скорость, обращение с потенциально опасными предметами, близость к огню или воде и пр. Благодаря им ребенок учится преодолевать препятствия и правильно вести себя в ситуации опасности. Однако возможностей для таких игр становится все меньше в связи с изменившимися социальными нормами, требующими от родителей постоянно присматривать за детьми и осуждающими тех, кто этого не делает. Многие родители и сами стремятся максимально обезопасить своих детей, считая внешний мир потенциально опасным местом.

Современные родители зачастую выступают своеобразными «надсмотрщиками», которые решают, когда детям можно или нельзя пойти гулять. Многие из них боятся отпускать детей на улицу одних из страха, что ребенка соьет машина или что его похитят, хотя, по данным Управления ООН по наркотикам и преступности, статистика по

похищениям остается на стабильном уровне. Социальные сети только подпитывают их опасения, что в итоге приводит к появлению общества, не допускающего рисков. Исследования подтвердили, что в последнее время отмечается постепенное усиление родительского контроля и тенденций к гиперопеке.

Стремительная урбанизация

Пребыванию на свежем воздухе препятствует и современный образ жизни. Большая загруженность в течение дня почти не оставляет времени для спонтанных прогулок с детьми, а когда свободное время появляется, многие дети предпочитают проводить его у экрана.

Другим ограничивающим фактором является стремительная урбанизация. Более одного миллиарда детей во всем мире проживает в городской среде, а к 2050 году в городах будет жить 70 % населения Земли. Разрастание городов влечет за собой увеличение дорожного движения, загрязнение воздуха и появление так называемых городских тепловых островов и сопровождается сокращением площади зеленых насаждений и утратой биологического разнообразия. Все это дополнительно уменьшает возможности для игр на свежем воздухе.

Обеспечить детям право играть на воздухе

Дети будут проводить на воздухе больше времени, если их родители и другие присматривающие за ними взрослые будут уделять физической активности и прогулкам на природе больше внимания. Один из конкретных шагов, которые семьи могут сделать в этом направлении, — это каждый день выделять время для свободного времяпрепровождения с детьми, особенно в выходные.

Обеспечивать детям возможность для прогулок легче там, где для этого есть благоприятные социальные, материальные и политические условия. Нам необходимо создать в обществе дружелюбную к детям среду, в которой игры на открытом воздухе были бы легкодоступны, безопасны и приятны. Развитие добрососедских отношений и укрепление чувства общности в микрорайонах также может содействовать снижению тревоги родителей за безопасность детей. Противостоять тенденции к гиперопеке можно через объяснение родителям, что она может лишить детей

возможности для важных для их развития игр.

Дети должны в пешей доступности иметь безопасные зеленые зоны и парки с адаптированными к их возрасту и потребностям игровыми площадками. Поощрение прогулок может также осуществляться посредством ограничения дорожного движения и скорости на дорогах, оснащения городов пешеходными зонами с велодорожками и установки безопасных пешеходных переходов вблизи школ. Для дошкольников важными местами для прогулок являются также дворы домов, расположенные рядом с домом безопасные детские площадки и газоны вдоль тротуаров.

Единогласное решение проблемы сокращения времени пребывания на открытом воздухе не существует — действовать необходимо на всех уровнях, начиная с семей и микрорайонов и заканчивая инфраструктурой, политикой и обществом в целом.

Главным ориентиром при этом должны быть дети, особенно те, которые находятся в наиболее неблагоприятном положении. Мы должны прислушаться к их потребностям и обеспечить им возможность делать то, что им так необходимо — играть. Право ежедневно играть на свежем воздухе имеет каждый ребенок, и наша обязанность — отстаивать это право и делать все, чтобы все дети могли его осуществить. ■



Обеспечивать возможности для прогулок легче там, где для этого есть социальные, материальные и политические условия

▼ Три клетки. Настенная роспись, выполненная французским художником с псевдонимом Seth в Аммане, Иордания, 2021 г.



Венсиана Дебре:

«Борьба с утратой биоразнообразия должна опираться на положительные эмоции»



© Valentin Bianchi / Hans Lucas

Психолог, философ и преподаватель Льежского и Брюссельского свободного университетов (Бельгия) Венсиана Депре осмеливается пошатнуть привычные представления о живом мире и призывает пересмотреть наше к нему отношение. Свои взгляды, опирающиеся на тонкие наблюдения за поведением животных, она выразила в таких философских произведениях, как «Думать, как крыса», «Когда волк будет жить вместе с ягненком» и «Жить птицей». Последняя из ее книг — «Автобиография осьминога» — написана в жанре фантастики.

На протяжении веков западная философская традиция проповедовала превосходство человека над животными. Когда подобные представления начали меняться?

Среди французских философов преобладала идея об исключительности человека и о том, что животные лишены души. Эти представления, во многом сформировавшие наше отношение к животным, проявляются в том, как мы употребляем их в пищу, держим в клетках, заставляем подчиняться нашей воле. Они находят отражение и в нашей речи: мы склонны говорить о животных, как о пассивных существах, которые не владеют собой, а действуют под влиянием гормонов, инстинктов, различных биологических и экологических факторов. В своей книге «Мелодия: хроника страсти», написанной на французском языке, японский писатель Акира Мидзубаяси задается вопросом о том, какие слова ему следует употреблять, говоря о своей собаке на языке Декарта, сформировавшемся в культуре, настроенной против животных.

В англосаксонских странах получил распространение бихевиоризм, в котором животные уподобляются своего рода механизму. Это наиболее ярко проявляется в опытах над крысами. При изучении функции обучения у этих животных ставилась цель не определить их специфические способности, а сформировать у них навыки, характерные для человека. Помещенная в лабиринт крыса вынуждена запоминать путь подобно тому, как школьник заучивает урок наизусть, потому что ее лишают возможности пользоваться привычными для нее методами, то есть ориентироваться по оставленным ей пахучим меткам. Присущая бихевиоризму механизация животных имела серьезные последствия, ведь такие методы



© J.F. Sprisigo / Публикуется с разрешения парижской галереи Galerie Camera Obscura

▼ Небо Остенде, Бельгия, 2007 г. Работа бельгийского фотохудожника Жана-Франсуа Сприсиго.

“Подход, приравнивающий животное к машине, стал подвергаться критике лишь в начале 1990-х годов

способны превратить умное животное в эдакую заводную игрушку, если требовать от него лишь нажимать на рычаги.

Подход, приравнивающий животное к машине, стал подвергаться критике лишь в начале 1990-х годов, в частности благодаря французскому философу Жаку Деррида. В своей книге «Животное, которым я следовательно являюсь» он осуждает недостаток интереса к животным в философии и то, что он называет «заинтересованным незнанием», в результате которого философы говорили о животных, не прилагая никаких усилий к тому, чтобы понять, каковы они



на самом деле. Без этого незнания отношение к животным было бы совсем другим.

Сегодня ваши труды о животных получают все большее признание, но сначала они воспринимались с некоторой долей скептицизма. Как можно объяснить такое недоверие со стороны научного сообщества?

Изучение животных гуманитарными науками сопряжено с рядом проблем. Французский антрополог Альбер Пьетт показал, что те, кто выбирает в качестве предмета своих исследований такие далекие друг от друга темы, как религия и животные, сталкиваются с похожими трудностями. Если вы всерьез полагаете, что Бог есть, то вы занимаетесь теологией. Если же вы интересуетесь не самим Богом, а его образом, то вы занимаетесь социологией. С животными встает та же проблема: либо вы изучаете животных как таковых, и тогда ваши труды можно отнести к науке, например зоологии или ветеринарии, либо вы рассматриваете их символическое значение в социальной или культурной перспективе. К ряду моих работ отнеслись скептически потому, что я хотела работать в области философии, но предметом исследований выбрала самих животных, а не их образ. Стоит отметить, что чаще всего подобными проблемными вопросами занимались женщины, предпочитая их более благородным темам, таким как животность или религия. Кроме того, поскольку женщины сами ставятся обществом во второе положение, они обладают большей свободой действий.

В последние годы ученые обнаруживают у животных качества, о которых раньше никто не подозревал. К каким последствиям могут привести такие открытия?

Гораздо интереснее считать животных акторами, так как это позволяет нам выйти за пределы традиционных концептуальных рамок и допустить, что им свойственна интенциональность. Тогда наблюдаемые явления можно интерпретировать по-новому. Если вы считаете, что животными движут исключительно инстинкты выживания и размножения, вы упускаете из виду целое множество применяемых ими социальных и когнитивных навыков.

Это тем более верно, что многие действия животных чрезвычайно сложно заметить. К примеру, мне довелось наблюдать за такой пустынной птицей, как арабская дроздовая тимелия. Если одна из них, самец или самка, захочет совокупиться с другой, остальные члены стаи не должны об этом узнать, потому что размножаются в стае только доминантные особи. Чтобы реализовать свое желание, тимелия применяет весьма изощренную стратегию: она находит небольшую соломинку и едва заметно направляет ею в сторону потенциального партнера, чтобы привлечь его внимание. Но если вы не допускаете, что птицы могут быть способны на такое поведение, это полностью ускользнет от вас.

Выдающийся британский приматолог Тельма Роуэлл, которая существенно пополнила наши знания о бабуинах, задумалась об интересе человека к обезьянам и их когнитивным способностям. В частности, ей захотелось узнать, почему мы проводим с обезьянами интересные эксперименты и

стремимся найти доказательства их ума: не потому ли, что это наши ближайшие родственники? Вот бараны, наоборот, обычно считаются глупыми, но, быть может, никто просто не пытался искать у них признаки ума? Настоящий ученый всегда выдвигает несколько гипотез.

Ваша последняя книга «Автобиография осьминога» написана в жанре фантастики: вомбаты, пауки и осьминоги в ней направляют людям зашифрованные послания. Почему вы обратились к этому жанру? Является ли для вас вымысел средством для еще более глубокого осмысления проблемы отношений животных и человека?

Вымысел я ассоциирую с игрой. А в игре вещи могут выйти за рамки того, чем они являются, и стать чем-то другим. Карандаш может стать шпагой, собака — конем, клочок бумаги — самолетом. Вымысел позволяет освободиться от ограничений, которыми сковывает нас реальность, и иначе посмотреть на то, что нас окружает, раскрыть огромные скрытые возможности, которые мы раньше не замечали.

Вымысел также позволяет пойти в своих предположениях еще дальше и вообразить себе то, что еще не произошло. Лет двадцать назад ученые полностью отбрасывали идею о том, что у животных может быть культура, полагая, что она присуща исключительно людям. Однако сегодня, оглядываясь назад, мы можем лишь удивляться, как мы могли быть настолько слепыми.

Точно так же раньше никто не верил в возможность существования семантических и синтаксических конструкций в языке птиц. Считалось, что для птиц характерно эмоциональное звукоподражание, а вероятность того, что у них могут быть слова для обозначения, например, хищников, исключалась. Наличие осмысленного языка допускалось только для человека. Это еще один пример того, когда мы можем лишь сме-

яться над своим невежеством.

Так что художественный вымысел для меня — это возможность представить, над чем мы будем смеяться лет через пятьдесят. Посредством фантастического повествования о вомбате и осьминоге я попыталась придать животным чуть больше интенциональности. Быть может, наука пойдет совсем по другому пути, но для меня это — способ задуматься о разных возможностях ее развития. Это также способ вообразить, как мы будем смеяться над своим незнанием в будущем — но не для того, чтобы этого избежать, а для того, чтобы отдать себе отчет в том, что когда-нибудь наши сегодняшние заблуждения покажутся кому-нибудь смешными.

Год за годом научные доклады пишут печальную хронику утраты биоразнообразия. Почему люди остаются равнодушными к проблеме исчезновения видов?

Говорить о вымирании на языке цифр очень важно. Исчезновение каждого вида должно быть задокументировано. Это необходимо, чтобы привлечь внимание общественности к проблеме, но одного этого недостаточно, потому что сухие цифры нас не впечатляют. Это факт. Вымирание видов не трогает нас, так как мы настолько привыкли к жизни в городской среде, что с живой природой почти не встреча-

“
**Говорить о
вымирании на языке
цифр очень важно,
но одного этого
недостаточно,
потому что сухие
цифры нас не
впечатляют**



▼ Обезьяна, Рим, Италия, 2016 г. Работа бельгийского фотохудожника Жана-Франсуа Сприсиго.

емся. Например, мы заметили, что в последние годы насекомых на лобовых стеклах наших машин стало меньше, но мы не задумались о том, что это значит. Мы не связали это явление с другими.

Как убедительно продемонстрировал французский философ и социолог Бруно Латур, новому классу экологических активистов не хватает обращения к эмоциям. Традиционно представители левого крыла опирались на такие эмоционально заряженные понятия, как эмансипация, справедливость и прогресс, которые также служили векторами общественной мобилизации. Правое крыло оперировало понятиями, связанными с идеями ценностей, величия. А каковы эмоциональные понятия борцов за экологию, которым предстоит противостоять антропоцену?

Ряд ученых сегодня занимается поиском ответа на этот вопрос. Так, австралийский философ-эколог Гленн Альбрехт предложил термин «соластальгия» для описания душевных страданий, связанных с пониманием того, что наши родные места изменились до неузнаваемости в результате антропо-

генной деятельности. Это очень мощное чувство. В свою очередь, такие молодые французские ученые, как историк искусств Эстель Зонг и философ Батист Морицо, стремятся найти эмоциональные механизмы, которые помогли бы человеку сонастроиться с миром природы. Сложность в том, что необходимо обращаться не к тревожным переживаниям, которые нас парализуют, а к эмоциям, несущим позитивный заряд. Борьба с утратой биоразнообразия должна опираться на положительные эмоции.

В своей книге «Сохранить надежду» американская писательница Ребекка Солнит призывает нас помнить о борьбе прошлых лет, чтобы не поддаваться отчаянию. Мы склонны забывать, что эта борьба помогла нам одержать не одну победу. Воспоминания о борьбе — важный источник положительных эмоций. ■

Ледники на передовой изменения климата



Ледники, которые есть почти на всех континентах, обеспечивают значительную долю потребляемой нами пресной воды. Увы, сегодня этот жизненно важный ресурс находится под угрозой исчезновения в результате изменения климата. Ускоренными темпами отступают и ледники, расположенные на территории объектов всемирного наследия ЮНЕСКО. По данным недавнего доклада, опубликованного ЮНЕСКО совместно с МСОП под названием «Ледники на объектах всемирного наследия: индикаторы изменения климата» (англ. *World heritage glaciers: sentinels of climate change*), в среднем их масса уменьшается на

58 млрд тонн ежегодно, а их таяние является причиной почти 5 % глобального повышения уровня моря.

Согласно прогнозам, на трети пока еще покрытых льдом объектов наследия ЮНЕСКО ледники исчезнут уже к 2050 году. Однако две другие трети еще можно спасти — при условии, что рост среднемировой температуры не превысит 1,5 °C по сравнению с доиндустриальным периодом. Для того чтобы сохранить этот ценный ресурс для будущих поколений, действовать нужно незамедлительно. ■

ЛЕДНИКИ: ОСНОВА ВОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Повседневная **жизнь более половины человечества** зависит от **горных ледников** как от источников воды, используемой для:

-  **Бытового потребления**
-  **Промышленных нужд**
-  **Сельского хозяйства**
-  **Выработки гидроэлектроэнергии**



Главная причина таяния ледников — это изменение климата.



Талая ледниковая вода позволяет смягчать последствия засух.



Ледники и ледовые шапки играют ключевую роль в регулировании климата и устойчивости Мирового океана.

70%

всей пресной воды на Земле содержится в ледниках.

ТОП-10 — ОБЪЕКТЫ НАСЛЕДИЯ ЮНЕСКО С НАИБОЛЬШИМ ЧИСЛОМ ЛЕДНИКОВ

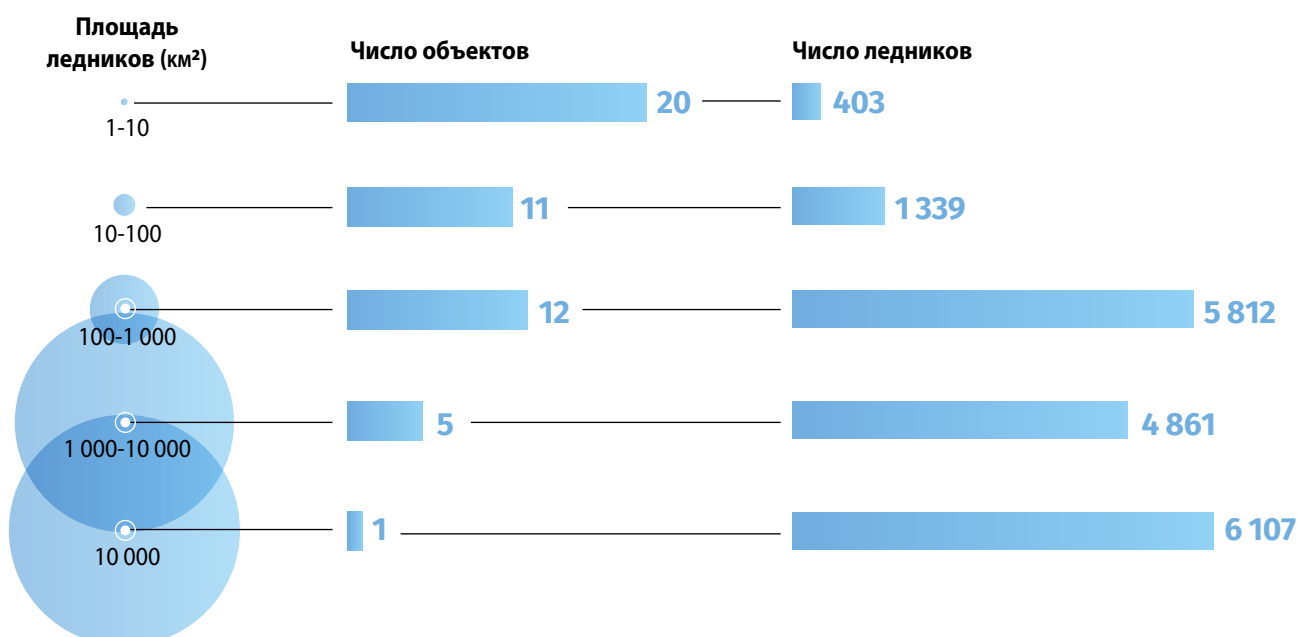
Ледники, которые имеются на территории 50 объектов наследия, составляют около 10 % всех известных ледников на Земле.

ОБЩЕЕ ЧИСЛО ЛЕДНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ НАСЛЕДИЯ:

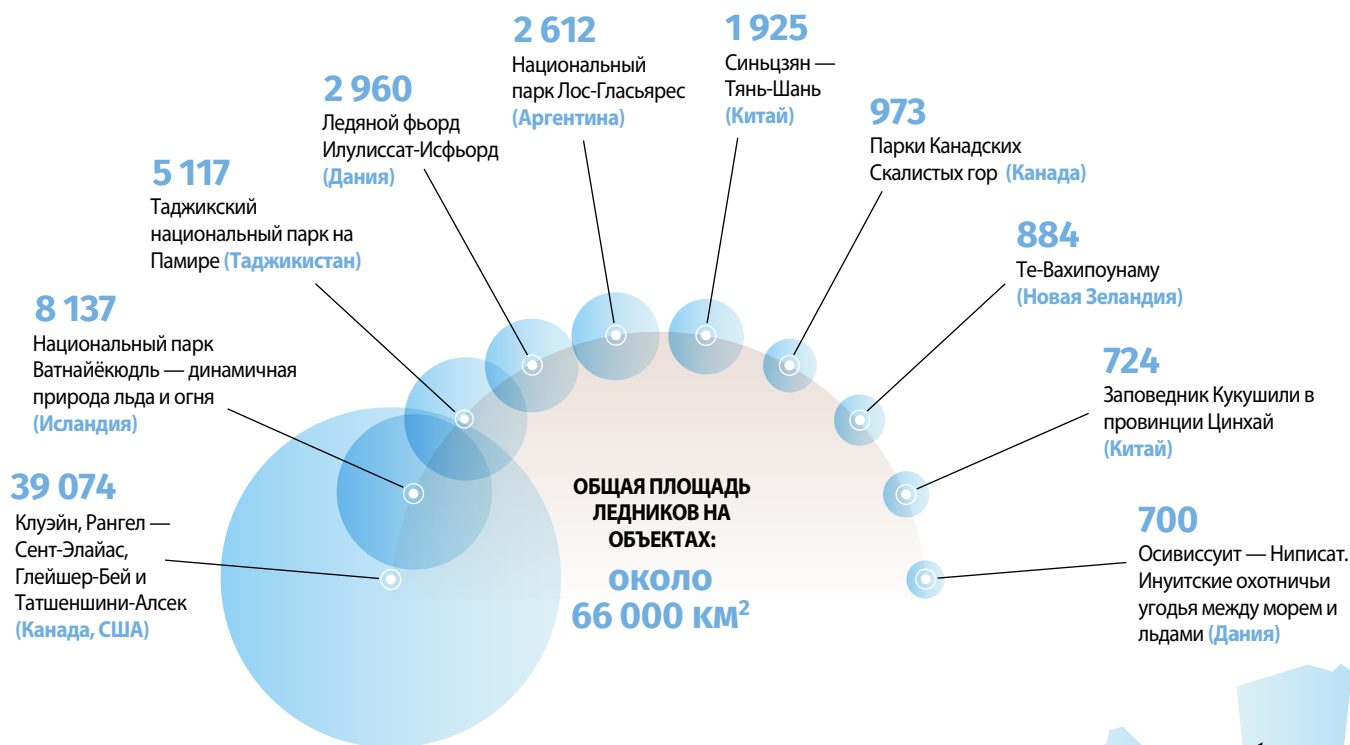
18 522

Объекты	Страны
6 107 Парки и резерваты Клуэйн, Рангел — Сент-Элайас, Глейшер-Бей и Татшеншини-Алсек	Канада, США
3 934 Таджикский национальный парк на Памире	Таджикистан
2 278 Те-Вахипоунаму	Новая Зеландия
878 Парки Канадских Скалистых гор	Канада
563 Национальный парк Уаскаран	Перу
467 Синьцзян — Тянь-Шань	Китай
432 Золотые горы Алтая	Российская Федерация
407 Международный парк мира Уотертон-Глейшер	Канада, США
362 Заповедник Кукушили в провинции Цинхай	Китай
340 Национальный парк Лос-Гласьярес	Аргентина

ПЛОЩАДЬ ЛЕДНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ НАСЛЕДИЯ



ТОП-10 — ОБЪЕКТЫ НАСЛЕДИЯ ЮНЕСКО С САМЫМ ОБШИРНЫМ ЛЕДНИКОВЫМ ПОКРОВОМ (КМ²)



ПОТЕРЯ ОБЪЕМА В 2000–2020 ГГ. ПО ВСЕМ ОБЪЕКТАМ: 5,7 %

По меньшей мере **40 % ледников** на объектах всемирного наследия **потеряли более 15 % объема по сравнению с 2000 годом**. За исключением ряда объектов (1000–10 000 км² — 4 объекта), ледники на территории всемирного наследия **стремительно тают**.

Объекты

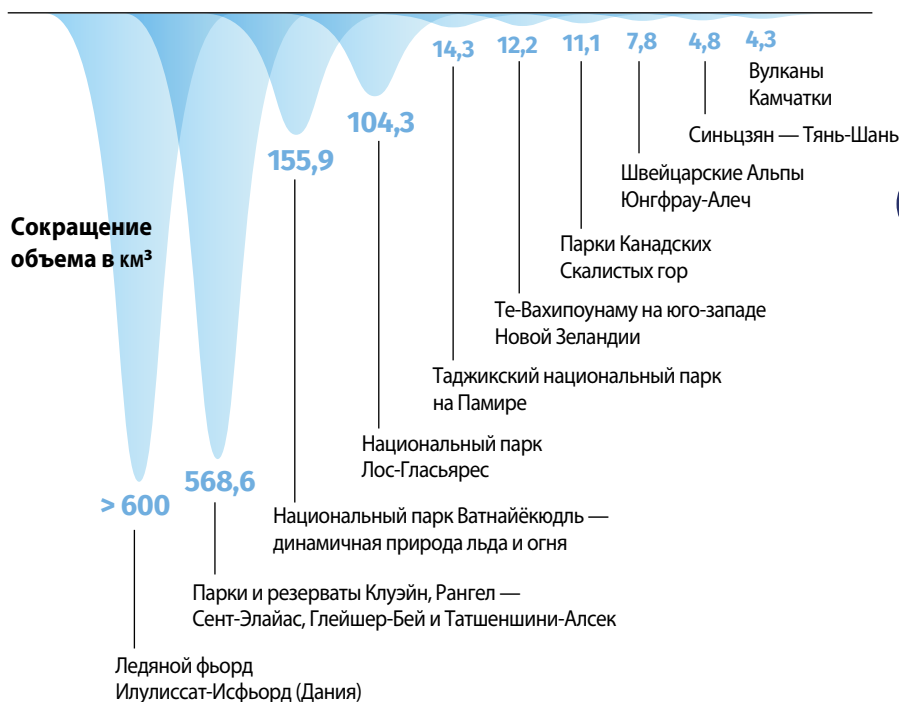
Сокращение объема

«Три параллельные реки» в провинции Юньнань (Китай)	57,2 %
Национальный парк Лос-Алерсес (Аргентина)	45,6 %
Бассейн Убсу-Нур (Монголия, Российская Федерация)	37,0 %
Резерваты большой панды в провинции Сычуань (Китай)	35,9 %
Фьорды западной Норвегии — Гейрангер-фьорд и Нерёй-фьорд (Норвегия)*	33,2 %
Западный Тянь-Шань (Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан)	27,1 %
Национальный парк Олимпик (США)	26,5 %
Международный парк мира Уотертон-Глейшер (Канада, США)	26,5 %
Швейцарские Альпы Юнгфрау-Алеч (Швейцария)	25,9 %
Лапландия (Швеция)	25,7 %

*За исключением фьорда Илулиссат-Исфьорд.

ТОП-10 — НАИБОЛЬШЕЕ УМЕНЬШЕНИЕ В ОБЪЕМЕ ЗА 2000–2020 ГГ. (км³)

Объем ледников на объектах всемирного наследия **сократился более чем на 1500 км³ за последние 20 лет** (т. е. на объем, в 1,5 раза превышающий объем крупнейшего южноамериканского озера Титикака).



ТОП-10 — ЛЕДНИКИ, ТАЯНИЕ КОТОРЫХ ПРИВЕЛО К ПОДЪЕМУ УРОВНЯ МОРЯ В 2000–2020 ГГ. (мм)

В ЦЕЛОМ ПО
ОБЪЕКТАМ:
3,22 мм

Таяние ледников на объектах всемирного наследия является причиной почти **5% наблюдаемого глобального повышения уровня моря**.



ПРОГНОЗЫ

2050

Самые **маленькие ледники (1–10 км²)** полностью исчезнут к 2050 году.

2100

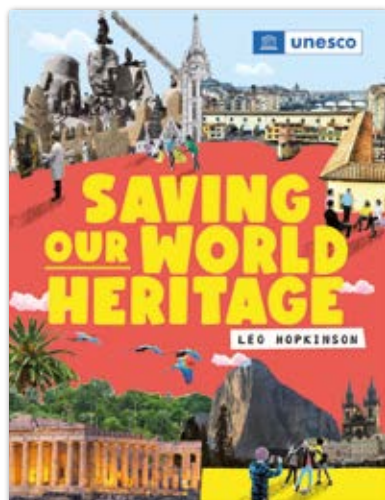
Ледники площадью от **10 до 100 км²** исчезнут к 2100 году.

Более

60%

объектов всемирного наследия, где сегодня есть ледники, лишатся ледникового покрова к 2100 году.

Новые публикации



Спасти всемирное наследие

ISBN 978-92-3-100498-8

(издание на английском языке)

64 стр., 265 x 216 мм, твердая обложка, 17€

Совместное издание ЮНЕСКО и

Hachette UK

В продаже на сайте:

<https://en.dl-servi.com/>

Наш мир полон удивительных мест. Старинные города, средневековые замки и соборы, горные цепи, тропические леса и океаны — все эти рукотворные и природные достопримечательности являются достоянием всего человечества и составляют наше всемирное наследие.

Увы, нашему наследию непрерывно угрожает разрушение из-за стихийных бедствий, войн, изменения климата, застройки, загрязнения и массового туризма. Эта книга для детей рассказывает о более чем 70 объектах всемирного наследия в 52 странах. В ходе повествования, задуманного как путешествие, она также знакомит с работой тех, кто каждый день трудится над сохранением этих исключительных мест.



Всемирное наследие № 103

К 50-летию Конвенции
о всемирном наследии

ISSN 1020-4202

(издание на английском языке)

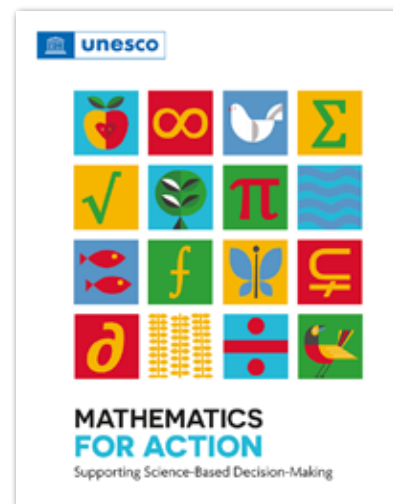
64 стр., 220 x 280 мм, мягкая обложка, 7,50 €

Совместное издание ЮНЕСКО и

Publishing for Development Ltd.

16 ноября 2022 года исполнилось 50 лет со дня принятия Конвенции об охране всемирного наследия. Этот номер журнала знакомит с ключевыми датами в истории Конвенции, с некоторыми из наиболее ярких примеров сохранения наследия в ее рамках, а также с опытом экспертов и управляющих объектами наследия.

Юбилей Конвенции дает повод не только подвести итоги прошлой деятельности, но и задуматься о таких актуальных вопросах сегодняшнего дня, как изменение климата, развитие устойчивого туризма, цифровая трансформация и преодоление последствий пандемии COVID-19.



Математика в действии

В поддержку научно
обоснованных решений

ISBN 978-92-3-100517-6

(издание на английском языке)

72 стр., 215 x 287 мм, PDF

Издательство ЮНЕСКО

Доступно на сайте:

<https://unesdoc.unesco.org>

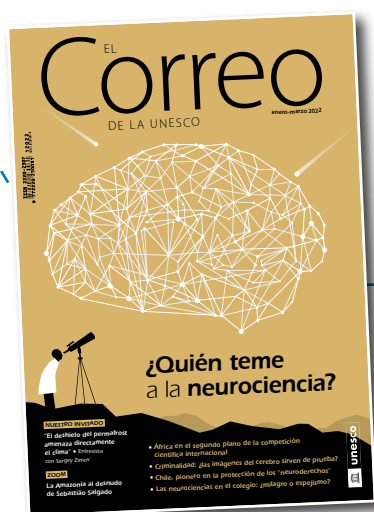
Все, что мы делаем, тем или иным образом связано с математикой, и хотя зачастую эта наука считается сугубо абстрактной, она играет решающую роль в нашем понимании природы и всей Вселенной с ее пространственно-временными отношениями и множеством неизвестных.

В данном руководстве, подготовленном специалистами в области математики, представлены результаты исследований и примеры из практики, показывающие, как математика помогает в решении насущных глобальных проблем.

Оно будет полезным для ответственных лиц и всех тех, кто стремится быть в курсе новых направлений научных исследований и в решении сложных вопросов предпочитает опираться на научно доказанные факты.

Множество голосов, один мир

Этот номер «Курьера ЮНЕСКО» представлен на шести официальных языках Организации, а также на каталонском и эсперанто.



Получайте печатный
экземпляр свежих номеров
каждые три месяца
или
подпишитесь на
бесплатную электронную
версию журнала.

Ознакомьтесь с нашими
предложениями



<https://courier.unesco.org/ru/subscribe>

<https://courier.unesco.org/en> • <https://courier.unesco.org/fr> • <https://courier.unesco.org/es>
<https://courier.unesco.org/ar> • <https://courier.unesco.org/ru> • <https://courier.unesco.org/zh>

THE UNESCO ADVENTURE

Каталог выставки *The UNESCO Adventure* («Одиссея ЮНЕСКО»), организованной по случаю 75-летия Организации, повествует о деятельности ЮНЕСКО с момента ее основания.

ISBN 978-92-3-000167-4

(издание на нескольких языках)

332 стр., 215 x 287 мм, твердый переплет, 45 €

Издательство ЮНЕСКО

Издание можно приобрести на сайте:

<https://en.dl-servi.com>



unesco