

С КАФЕДРЫ
ПРЕЗИДИУМА РАН

Атомная оптика оформилась в самостоятельную физическую дисциплину лишь в середине 1990-х годов. Предпосылкой тому послужили результаты исследований по воздействию сил светового давления лазерного излучения на поступательное движение атомов. Перспективам развития нового типа оптики материальных частиц было посвящено одно из заседаний Президиума РАН. Публикуемая ниже статья написана на основе научного сообщения, заслушанного на этом заседании.

АТОМНАЯ ОПТИКА И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЯ

В.И. Балыкин

Атомная оптика, наряду с электронной, ионной и нейтронной, является оптикой материальных частиц (табл.) и занимается проблемами формирования ансамблей и пучков нейтральных атомов, управления ими [1–6], а также вопросами их применения как в фундаментальных исследованиях, так и в практических приложениях. Её развитие тесно связано с совершенствованием методов лазерного охлаждения и локализации нейтральных атомов [7, 8]. Данные методы позволяют понизить температуру атомов до одной миллионной градуса выше абсолютного нуля, а также формировать атомные ансамбли и пучки с заданными параметрами. При таких низких температурах атомная длина волны де Бройля становится сравнимой с длиной волны света и начинают заметно проявляться волновые свойства атомов.

В самом названии “атомная оптика” отражён тот факт, что движение нейтральных атомов в электромагнитных полях во многом подобно поведению световых пучков в оптических средах. Хотя у атомной оптики и оптики световых лучей схожие математические обоснования, их технические средства различны. В основе световой оптики лежит техника создания поверхностей необходимой формы из различных отражающих и прозрачных материалов. В атомной оптике имеется только одна среда – электромагнитное поле.

Использование разнообразных конфигураций лазерных световых полей, статических электрических и магнитных полей, а также материальных микро- и наноструктур дало возможность построить основные элементы атомной оптики, аналогичные элементам обычной оптики, – атомные линзы, зеркала, дефлекторы, дифракционные решётки, интерферометры и модуляторы атомных пучков.

ЛАЗЕРНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ АТОМОВ

В световой оптике идеальным источником излучения является лазер, излучение которого имеет большую длину когерентности, высокую степень коллимированности и интенсивный поток фотонов в пучке. В атомной оптике существуют два основных типа источников: тепловые атомные пучки и пучки из ансамблей холодных и локализованных атомов. Находят применения оба типа источников, однако благодаря именно методам *лазерного охлаждения* атомов и последующего их пленения были созданы источники с высокой фазовой плотностью, что и привело к возникновению атомной оптики как новой физической дисциплины. К настоящему времени известны три механизма лазерного охлаждения: доплеровское, субдоплеровское и охлаждение ниже уровня отдачи.

Доплеровское лазерное охлаждение используется на начальном этапе понижения температуры атомов. Как известно, при взаимодействии с лазерным излучением атом поглощает фотон, переходит из основного энергетического состояния в возбуждённое, в результате его скорость изменяется на величину скорости отдачи атома. Атом может вернуться в исходное состояние при вынужденном или спонтанном испускании фотона. В первом случае испущенный фотон имеет то же значение энергии и направление распростране-



БАЛЫКИН Виктор Иванович – доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Института спектроскопии РАН.

Параметры различных типов оптик материальных частиц

Тип оптики	Диапазон длин волн, м	Используемые виды взаимодействия
Фотонная	$10^{-5} - 10^{-11}$	Свет с веществом
Заряженных частиц	$10^{-10} - 10^{-11}$ (электроны) $10^{-13} - 10^{-14}$ (ионы)	Электроны и ионы с электрическими и магнитными полями
Нейтронная	$10^{-7} - 10^{-10}$	Нейтроны с ядром
Атомная	$10^{-5} - 10^{-11}$	Атомы с лазерными, электрическими и магнитными полями

ния, что и поглощённый, скорость атома вновь изменяется на величину скорости отдачи. Спонтанные фотоны излучаются в произвольном направлении, поэтому их средний вклад в изменение импульса атома равен нулю. Таким образом, импульс фотона передаётся атому при стимулированном поглощении и последующем спонтанном испускании фотона. Если этот цикл повторяется многократно, изменение импульса атома равно $\Delta p = N\hbar k$, где N – число циклов, $\hbar k$ – импульс фотона. Когда направление движения атома противоположно направлению лазерного луча, происходит замедление атома. Например, атом натрия при комнатной температуре имеет скорость около 10^5 см/с, а скорость отдачи – около 3 см/с, поэтому, чтобы уменьшить скорость атома до нулевого значения, необходимо реализовать около 10^4 циклов “поглощение – спонтанное испускание”.

При замедлении атома лазерным излучением возникает доплеровский сдвиг между частотой поглощения атома и частотой лазерного излучения. Из-за этого уменьшается эффективность переизлучения атомом лазерных фотонов и, соответственно, эффективность процесса замедления атома. Доплеровский сдвиг устраняют, изменяя частоту лазерного излучения или частоту атомного перехода в процессе замедления атома, чем обеспечивают постоянный резонанс атомов с излучением. Используя три пары взаимно перпендикулярных встречных лазерных лучей, можно замедлить все компоненты скорости атомов, то есть осуществить трёхмерное охлаждение атомного газа. Такое лазерное охлаждение получило название доплеровского.

Процессы поглощения и испускания атомом фотонов случайны по времени и направлению, что приводит к случайному изменению импульса атома и увеличению его среднеквадратичного значения, другими словами, к нагреву атомного ансамбля. Минимальная температура атомов определяется равновесием процессов лазерного охлаждения и нагрева из-за случайного механизма переизлучения фотонов атомом. Для доплеровского лазерного охлаждения температура атомов щелочных металлов равна около 100 мК. Первые эксперименты по лазерному охлаждению

атомов были выполнены в Институте спектроскопии РАН в 1981 г. [9].

В дальнейшем температуру атомов снижают, используя так называемое *субдоплеровское охлаждение*. Атомные частицы характеризуются внутренними степенями свободы (электронные конфигурации, спин) и внешними (импульс и положение центра масс). Сильная взаимосвязь между динамикой внутренних и внешних степеней свободы лежит в основе лазерного охлаждения ниже доплеровского предела. Минимальная температура при субдоплеровском охлаждении атомов определяется энергией отдачи фотона и составляет около 1 мК. Субдоплеровское лазерное охлаждение впервые наблюдалось в Национальном институте стандартов и технологий США в 1988 г. [10].

В большинстве схем лазерного охлаждения цикл “вынужденное поглощение – спонтанное испускание фотона” никогда не прекращается. Поскольку импульс фотона, передаваемый атому спонтанно испущенным фотоном, является случайным, уменьшить разброс импульса атома ниже импульса фотона, казалось бы, невозможно. Однако, подбирая конфигурацию лазерных полей, определённые типы атомов и условия их взаимодействия, можно преодолеть это ограничение и достичь температуры охлаждения ниже уровня отдачи. Основная идея *лазерного охлаждения ниже уровня отдачи* состоит в том, чтобы вблизи нулевой скорости атома создать небольшую область, где вероятность поглощения фотонов и скорость переизлучения спонтанных фотонов стремится к нулю. Если это удастся реализовать, то атом в лазерном поле, совершая вынужденное поглощение, затем спонтанное испускание фотона, “блуждает” в импульсном пространстве и может замедлиться до нулевой скорости, когда он уже не поглощает фотоны и защищён от “вредного” воздействия света. Лазерное охлаждение ниже однофотонного уровня отдачи впервые реализовано в Стенфордском университете (США) [11] и в Ecole Normale в Париже [12]. Достигнутая температура при одномерном рамановском охлаждении составила около 100 нК [11].

В настоящее время, используя различные методы лазерного охлаждения нейтральных атомов (рис. 1), удастся снизить температуру атомных ансамблей с 1000 К до 100 нК, то есть на 10 поряд-

ков. В 1997 г. двум американским (У. Филлипс и С. Чу) и французскому (К. Коэн-Таннуджи) физикам за развитие методов лазерного охлаждения атомов была присуждена Нобелевская премия по физике. Рисунок 2 демонстрирует прогресс в развитии методов лазерного охлаждения атомов (ключевые эксперименты), начавшийся с работ, выполненных в Институте спектроскопии в 1981 г.

При температуре около 1 мК лазерное излучение становится уже слишком “грубым” инструментом воздействия на атом, и для получения более низких температур используют *испарительное охлаждение*. Испарение – хорошо изученное физическое явление, описывающее превращение вещества из жидкого состояния в газообразное. В процессе испарения частицы с энергией выше энергии связи покидают систему, и такое обеднение высокоэнергичными частицами приводит к охлаждению системы. Испарительное охлаждение – универсальный процесс как в микромире (испарение нейтрона из ядра), так и в макромире (испарение звёзд из их кластерных скоплений).

Испарительное охлаждение нейтральных атомов, предварительно локализованных в электромагнитных ловушках, позволяет получить в лабораторных условиях температуру до 100 нК [13]. Процесс охлаждения до столь низких температур состоит из нескольких этапов. На первом атомные ансамбли предварительно доводятся с помощью лазерного охлаждения до температуры, при которой возможна их локализация в электромагнитных ловушках. Основными условиями для испарительного охлаждения атомов являются достаточное время жизни атомов в ловушке и достаточная плотность атомов для начала процесса эффективного испарения. Время жизни атомов в ловушке ограничено неупругими столкновениями (“плохие” столкновения) атомов. Между тем упругие столкновения (“хорошие” столкновения) атомов необходимы для термализации атомного ансамбля. Кроме того, для реализации испарительного охлаждения атомов нужно, чтобы время термализации было короче времени жизни атомов в ловушке.

В процессе испарительного охлаждения происходит потеря большей части атомов первоначального ансамбля – до 0.1%. В то же время испарительное охлаждение трансформирует ансамбли с большим количеством атомов в ансамбли с высокой плотностью и низкой температурой, то есть с высокой фазовой плотностью. Именно достижение высокой фазовой плотности при испарительном охлаждении атомов позволило реализовать новое квантовое состояние вещества – конденсацию атомов Бозе–Эйнштейна (КБЭ). В 2001 г. за исследование этого явления присуждена Нобелевская премия по физике двум американским (Э. Корнелл и К. Виман) и немецкому (В. Каттерле) физикам.

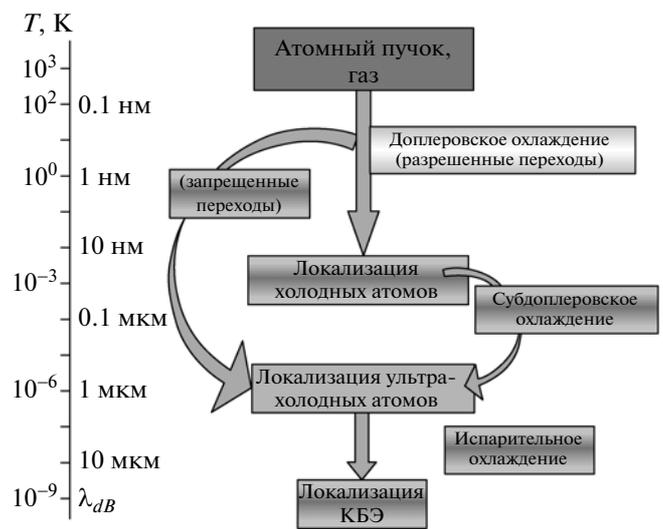


Рис. 1. Основные физические механизмы лазерного охлаждения нейтральных атомов

Исходный атомный ансамбль – атомарный газ или пучок атомов при температуре, близкой к комнатной; λ_{dB} – длина волны де Бройля. Доплеровское охлаждение позволяет уменьшить температуру атомов до 1 мК (холодные атомы). Их дальнейшее охлаждение до температуры около 1 мК осуществляется лазерными субдоплеровскими методами (ультрахолодные атомы). Путём испарительного охлаждения температура атомного ансамбля снижается до 100 нК при одновременном увеличении фазовой плотности атомов, что позволяет реализовать конденсацию атомов Бозе–Эйнштейна

Наряду с охлаждением атомов одной из фундаментальных физических проблем является их пленение в ограниченной области пространства – ловушке. К настоящему времени разработаны три подхода к локализации атомов. Они основаны на



Рис. 2. Прогресс в лазерном охлаждении атомов, начавшийся с работ, выполненных в Институте спектроскопии в 1981 г.

1D, 2D, 3D обозначают одномерное, двумерное и трёхмерное охлаждение атомов; NBS – Национальный институт стандартов и технологий США

использовании магнитных, лазерных полей и их комбинаций с гравитационным полем [14].

В *магнитных ловушках* атомы удерживаются неоднородным стационарным магнитным полем. В таком поле на атом, имеющий постоянный магнитный момент, действует сила, которая при нужной ориентации атомного момента направлена к минимуму магнитного поля, где и происходит локализация атомов. Одна из разновидностей магнитной ловушки — сферическая квадрупольная магнитная ловушка. В ней два круговых тока, текущих в противоположных направлениях, создают статическое магнитное поле в форме сферического квадрупольного поля. Абсолютная величина магнитного поля растёт при смещении от центра ловушки к её краю, — таким образом магнитное поле создаёт потенциальную яму для атомов, имеющих отрицательную проекцию магнитного момента на направление поля. При значении магнитного момента атома, примерно равного магнетону Бора, и умеренном значении магнитного поля на краях ловушки (~100 Гс) такая ловушка может удерживать атомы с температурой порядка 10 мК.

Простейшая *оптическая ловушка* для холодных атомов состоит всего из одного сфокусированного лазерного луча. Дипольная сила светового давления, действующая на атом в лазерном луче, образует при отрицательной отстройке частоты лазерного поля к частоте атомного перехода трёхмерную потенциальную яму вблизи фокуса лазерного луча. Подобную оптическую ловушку называют дипольной. Её свойства зависят от величины частотной отстройки и интенсивности лазерного излучения. В зависимости от этих параметров максимальная глубина потенциальной ямы может составлять 0.1–1 мК, а время жизни атомов в дипольной ловушке — от несколько десятков миллисекунд до десятка минут.

Одновременное использование статических магнитных полей и лазерных лучей позволяет реализовать *магнитооптическое пленение* атомов. Сила светового давления на атом в такой ловушке равна сумме двух сил — силе трения и гармонической возвращающей силе, что позволяет как охлаждать атомы, так и локализовывать их. В магнитооптической ловушке температура атомного облака составляет 1 мК–10 мкК, плотность атомов — 10^8 – 10^{12} см⁻³, а глубина ловушки существенно больше, чем в чисто магнитных и лазерных ловушках, и достигает величины 1 К. В этой ловушке удалось локализовать изотопы лития, натрия, калия, рубидия, цезия, франция, атомные изотопы щёлочно-земельных элементов, кальций, стронций, изотопы инертных газов.

В последние годы разработан ещё один метод пленения холодных атомов, основанный на комбинированном использовании электромагнит-

ных и гравитационных сил. Концептуально простейшая *гравитационно-оптическая атомная ловушка-резонатор* может состоять всего из одного вогнутого лазерного зеркала для атомов, расположенного горизонтально. В такой геометрии роль второго пространственно распределённого зеркала играет гравитационное поле.

АТОМНАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ И ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

С начала XX столетия исследования волнового поведения света, в том числе способность волн к интерференции, составляют одну из важных областей физики. На протяжении последнего столетия световые интерферометры стали наиболее точными измерительными устройствами, которые находят применение как в фундаментальных исследованиях, так и в многочисленных практических приложениях.

Первоначальная идея Л. де Бройля и Э. Шрёдингера о том, что движущиеся частицы являются волнами, привела к созданию интерферометров для электронов, нейтронов, а в последнее десятилетие XX в. в связи с развитием методов лазерного охлаждения и пленения атомов — к атомной интерферометрии [15, 16]. По сравнению с электронными и нейтронными, атомные интерферометры обладают рядом преимуществ. Во-первых, параметры атомных частиц (масса, магнитный момент, поляризуемость) находятся в широком диапазоне значений, соответственно, сила взаимодействия атомов с внешним полем может изменяться на много порядков в зависимости от выбранного типа атомов. Во-вторых, как внутренние, так и внешние степени свободы атома могут эффективно управляться лазерным излучением, поскольку сечение рассеяния света атомом около 10^{-9} см², в то время как сечение рассеяния света электроном всего лишь 10^{-25} см². В-третьих, частота и длина волны лазерного излучения ныне измеряются с очень высокой точностью, соответственно, 10^{-15} и 10^{-11} , что предопределяет более высокую точность измерений с атомными интерферометрами, чем с электронными и нейтронными. В-четвёртых, атомные источники достаточно простые и недорогие по сравнению с источниками электронов и нейтронов.

Атомную интерферометрию можно определить как искусство когерентного управления трансляционным движением атомов. Под движением здесь понимается движение центра масс атома, а под когерентностью — отношение к фазе волны де Бройля. Реализация атомного интерферометра предполагает создание следующих его элементов: атомного источника, когерентного делителя атомной волны де Бройля, зеркала для рекомбинации волн и детектора интерферометрии волн.

Простейший *атомный источник* — это атомный пучок, сформированный двумя коллимирующими щелями. Недостатком этого источника является его малая фазовая плотность, поэтому основное преимущество использования теплового пучка в интерферометрии — первоначальный большой поток атомов — теряется. Предпочтительнее источник, приготовленный путём лазерного охлаждения и последующего пленения атомов в электромагнитных ловушках.

Следующий шаг в построении атомного интерферометра — когерентное *расщепление* атомной волны. Один из таких способов основан (по аналогии с оптикой) на явлении дифракции атомов. Для дифракции используются как материальные нанорешётки, так и световые решётки. Недостаток первых заключается в том, что значительная часть падающего на них атомного пучка блокируется. Световые решётки представляют собой стоячую световую волну, то есть являются фазовыми решётками. Они пропускают все атомы, поэтому световые решётки более эффективны для атомных интерферометров.

Другой метод когерентного расщепления атомной волны базируется на когерентной суперпозиции двух импульсных состояний атома. Такая когерентная суперпозиция создаётся при облучении атома резонансным лазерным излучением. При этом возникает когерентная суперпозиция внутренних степеней свободы атома — основного и возбуждённого его состояний. Эти внутренние состояния отличаются также трансляционным моментом количества движения, равным импульсу фотона. С течением времени каждый атом переходит в когерентную суперпозицию пространственных состояний, и если начальное импульсное состояние атомного ансамбля хорошо локализовано, то компоненты волновой функции атома разделены в пространстве.

Для наблюдения интерференционной картины необходимо провести *рекомбинацию* двух атомных волн. В атомном интерферометре, как и в оптическом, рекомбинация достигается благодаря использованию зеркал — *атомных зеркал*. Первой демонстрацией атомного зеркала стало отражение атомов от поверхностной световой волны [14]. При пространственной модуляции такой волны она может служить и когерентным расщепителем атомного пучка. В качестве атомного зеркала может выступать также лазерный луч. В этом случае после отражения атом полностью переходит в возбуждённое состояние. Происходит его отклонение на угол, определяемый импульсом фотона.

Схема атомного интерферометра на основе лазерных импульсов наиболее распространена сегодня. Следует отметить, что столь “простое” управление атомом стало возможным только после развития методов лазерного охлаждения и

пленения атомов, позволивших формировать, во-первых, медленные атомные пучки и, во-вторых, пучки с узким скоростным распределением. Первое обстоятельство позволяет заметно отклонить атомный пучок даже при передаче ему импульса единичного фотона, а второе — разделять пучки в пространстве.

Рекомбинацию атомных пучков можно осуществить также с использованием эффекта дифракции атомов на материальных нанорешётках и стоячих световых волнах. Первые эксперименты были продемонстрированы именно с использованием явления дифракции как для расщепления, так и для рекомбинации атомных пучков [17].

По аналогии с оптикой интерференционные полосы в атомном интерферометре могут наблюдаться как осцилляции интенсивности атомного пучка непосредственно в пространстве с использованием *пространственно чувствительного детектора*. Другим способом наблюдения интерференции является перевод информации из фазы волновой функции в населённости внутренних состояний атома. Это достигается при рекомбинации компонент волновой функции лазерными импульсами. Дальнейшее использование *селективного по внутренним состояниям детектора* атома позволяет регистрировать осцилляции интенсивности атомного пучка на выходе интерферометра в зависимости от разности фаз.

Большое значение атомной интерферометрии как в фундаментальных исследованиях, так и в многочисленных приложениях состоит в том, что можно измерять фазовый сдвиг, вызванный чрезвычайно малыми потенциалами. Например, пучок атомов натрия приобретает фазовый сдвиг около одного радиана на потенциале $6 \cdot 10^{-12}$ эВ при длине взаимодействия 10 см. Измерение фазового сдвига в 10^{-3} радиан соответствует измерению потенциала с относительной точностью $\sim 10^{-14}$. Если используются холодные атомы, точность измерений увеличивается ещё в 1000 раз. С помощью атомных интерферометров проведены сверхточные измерения вращения (гироскопы), гравитации земного поля, атомной поляризуемости, постоянной тонкой структуры, взаимодействия атома с поверхностью, причём их точность значительно превышает точность предшествующих методов.

Фазовые сдвиги в атомном интерферометре подразделяют на четыре типа: динамический, топологический, гравитационный и инерционный (обусловленные силами гравитации и инерционными силами). В потенциальном поле, в котором энергия атома зависит от его координаты, на атом действует сила, определяющая динамику его движения. По динамике движения можно судить о величине и характере поля, то есть атом играет роль пробного тела. Альтернативную и более точ-

ную возможность получения информации о поле предоставляют интерференционные измерения, в которых набег фазы атомной волновой функции определяется характером и величиной потенциала. Такой фазовый сдвиг называется *динамическим*.

Атомная интерферометрия позволяет исследовать физические поля, в которых отсутствует зависимость поля от координаты, то есть градиент поля и, соответственно, сила, действующая на атом в поле, равна нулю. Классическими методами по измерению траектории атома такое поле не обнаружить. Тем не менее его можно обнаружить и исследовать методами атомной интерферометрии, поскольку фаза волновой функции при прохождении атома в поле, где действующая на него сила равна нулю, изменяется. Фазовый сдвиг в таких полях получил название *топологического*. Наиболее известными примерами топологического фазового сдвига являются: фаза Берри, фаза в эффекте Ааронова–Бома и фаза в эффекте Ааронова–Кашера.

Со времени первой демонстрации в 1991 г. атомный интерферометр стал одним из наиболее точных измерительных приборов экспериментальной физики. Высокая чувствительность обусловлена следующими факторами: малой длиной волны де Бройля, большим временем прохождения атома через интерферометр и чрезвычайно узким резонансом при взаимодействии атома с лазерным полем.

К числу наиболее впечатляющих применений атомной интерферометрии относятся исследования явления декогерентности [18]. Квантовые системы могут находиться в когерентной суперпозиции многих состояний. Взаимодействие с внешним окружением приводит к разрушению когерентности между состояниями. Это явление и получило название “декогерентность”. Исследования декогерентности, способов её подавления, контроль и её коррекция — ключевые в области квантовой информатики, построения квантового компьютера и нанотехнологии [19]. Квантовый компьютер можно представить себе как сложный интерференционный прибор, совершающий операции с суперпозиционными (и когерентными) состояниями. Связь с окружением, возникающая из-за этого декогерентность, её скорость и возможность ею управлять определяют успешную работу квантового компьютера.

Основная трудность в исследовании декогерентности — её эффективность. В макроскопических системах подавление декогерентности практически невозможно. В мезоскопических квантовых системах, “настраивая” силу связи с “окружением”, можно контролировать скорость потери когерентности в системе. В настоящее время в лабораторных условиях экспериментируют только с очень простыми квантовыми системами, в кото-

рых исследуются единичные “микросистемы” (атом, ион) и “единичный квант” окружения (фотон, фонон). Наиболее сложные мезоскопические системы в лабораторных условиях состоят всего из нескольких атомов или ионов, приготовленных в когерентной суперпозиции их состояний.

Поскольку работа атомного интерферометра основана на когерентности используемых атомных ансамблей и его составных элементов (источника, делителя, зеркал), то он особенно чувствителен к процессам, вызывающим потерю когерентности. Осуществлены многочисленные эксперименты по исследованию потерь когерентности из-за связи с окружением (переизлучение спонтанного фотона при пролёте атома через интерферометр), а также в зависимости от того, через какое плечо интерферометра пролетает атом в процессе получения информации и др. [15, 16].

Атомный интерферометр открывает огромные возможности в проведении тестов фундаментальных законов физики. Тест зарядовой нейтральности атома (равенство зарядов электрона и протона и нейтральность нейтрона) играет существенную роль в фундаментальной теории частиц. Экспериментальный тест нейтральности макроскопического количества вещества даёт следующий предел на равенство зарядов протона q_p и электрона q_e : $(q_e + q_p)/e < 10^{-21}$. Теоретически было показано, что атомная интерферометрия способна повысить точность измерения до 10^{-22} .

Ньютоновская константа G в законе всемирного тяготения $V(r) = G(m_1 m_2 / r)$ относится к числу наименее точно измеренных фундаментальных констант: её относительная точность $1.4 \cdot 10^{-4}$. Атомная интерферометрия — сравнительно новый метод определения этой константы, но уже в первых измерениях, выполненных в США с помощью атомной интерферометрии, была достигнута точность $3 \cdot 10^{-3}$. Планируются эксперименты, в которых точность измерения константы G составит 10^{-4} .

Усилия физического научного сообщества в объединении описания всех известных видов взаимодействия (сильного, электромагнитного, слабого и гравитационного) приводят к модели взаимодействия двух масс с потенциалом, отличающейся от ньютоновского закона всемирного тяготения. Во всех экспериментах по проверке закона всемирного тяготения до сих пор использовались макроскопические тестовые и пробные массы. В настоящее время активно обсуждаются эксперименты по проверке закона всемирного тяготения, основанные на атомной интерферометрии, которая открывает возможности для использования микроскопических пробных масс и для теста ньютоновского закона тяготения в микромире.

Одним из наиболее точных измерений, выполненных с помощью атомной интерферометрии, стало определение отношения двух физических констант — массы и постоянной Планка (\hbar/m). Важность такого измерения обусловлена тем фактом, что масса входит в уравнения квантовой механики именно в виде данного соотношения. До недавнего времени наиболее точное значение отношения \hbar/m было получено методом дифракции нейтрона на кристаллическом кремнии. Точность дифракционного измерения составляет $8 \cdot 10^{-7}$. Эксперименты, проведённые с атомным интерферометром [16], позволили достигнуть точности $14 \cdot 10^{-9}$, из которых следует точность определения постоянной тонкой структуры на уровне $7 \cdot 10^{-9}$.

На основе атомного интерферометра усилия многих исследовательских лабораторий были созданы многочисленные высокоточные приборы для измерения ускорения (акселерометр), гравитационного поля (гравитометры и градиометры) и детекторы вращения (гироскопы). Фундаментальным ограничением точности измерения частоты и времени в атомных часах является время измерения частоты атомного рабочего перехода. В первичном стандарте частоты на атомах цезия оно определяется временем пролёта атома через зондирующее поле. Методы атомной оптики позволили создать новый тип атомных часов, получивших название “атомный фонтан”, в которых длительность времени измерения увеличена на два порядка по сравнению с частотным стандартом на тепловом атомном пучке.

В атомном фонтане атомы вначале охлаждаются лазерным излучением, затем захватываются в атомную магнитооптическую ловушку, где происходит их дальнейшее охлаждение (рис. 3). Полученное облако ультрахолодных атомов служит источником медленных атомов в фонтане: с помощью лазерного импульса облако холодных атомов подбрасывается вертикально вверх и атомы движутся по баллистическим траекториям. Они пересекают зондирующее поле при своём движении вверх. За счёт ускорения свободного падения их скорость постепенно уменьшается до нулевого значения и атомы падают обратно вниз, вторично проходя зондирующее поле. Таким образом, атомы дважды пересекают зондирующее поле, где происходит считывание колебаний атомного перехода. Большое время взаимодействия позволяет реализовать относительную точность измерения частоты на атомных фонтанах на уровне $6 \cdot 10^{-14}$.

АТОМНАЯ ОПТИКА И НАНОЛИТОГРАФИЯ

Метод нанолитографии используется для создания материальных структур размером от единичного атома до величины порядка 100 нм. Та-

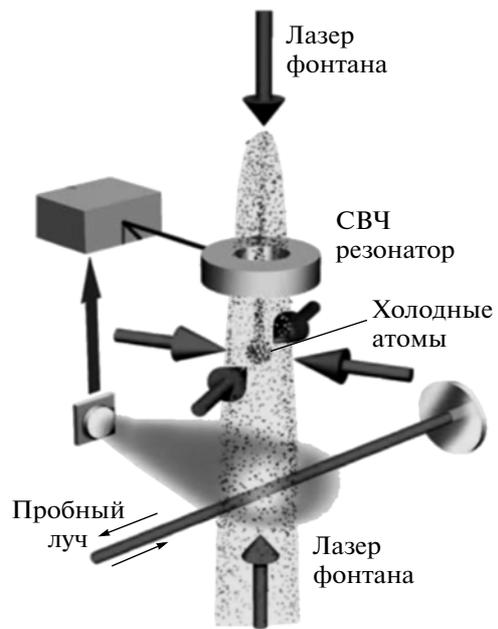


Рис. 3. Схема атомного фонтана

С помощью лазерного импульса облако холодных атомов подбрасывается вверх и атомы пересекают СВЧ-резонатор. За счёт ускорения свободного падения их скорость уменьшается до нулевого значения, атомы падают обратно вниз, вторично проходя СВЧ-резонатор. Регистрация возбуждения СВЧ-перехода осуществляется по флуоресценции атомов с помощью пробного луча

кие структуры представляют интерес как для фундаментальной науки, так и для практических приложений. Дело в том, что структуры размером около 10 нм образуют мост между классическим и квантовым миром. Стимулирующим фактором в развитии нанолитографии является “гонка” за высокой плотностью транзисторов в чипе, описываемой законом Мура. Согласно этому закону, новые модели микросхем, спустя 18–24 месяцев после своего появления, имеют двойную плотность элементов. Сегодня успешно развиты методы литографии с использованием ультрафиолетового излучения, пучков электронов, ионов и рентгеновского излучения. Эти методы способны создавать наноструктуры с разрешением в несколько нанометров. В то же время ведётся широкий поиск альтернативных методов, среди которых рассматривается нанолитография на основе атомной оптики.

Атомной нанолитографией называют совокупность методов создания атомных наноструктур, в которых лазерный свет используется в качестве атомных микролинз. Предложены разнообразные конфигурации лазерных полей для атомных линз: бегущие, стоячие волны лазерных полей, а также пространственно локализованные лазерные поля. Наиболее значимые результаты получены с микролинзами, образованными стоя-

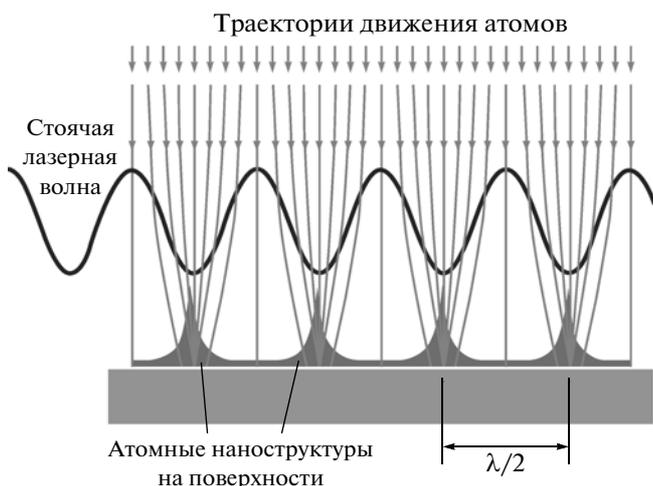


Рис. 4. Атомная линза, образованная стоячей световой волной

чей лазерной волной, квазирезонансной к атомному переходу. На атом в неоднородном лазерном поле стоячей волны действует дипольная сила. Атомный пучок проходит через стоячую волну, частота которой смещена в голубую область спектра относительно атомного резонанса, благодаря действию дипольной силы втягивается в её узлы (рис. 4). Один период стоячей волны является атомной линзой и имеет пространственный размер $\lambda/2$.

Размер сфокусированного атомного пятна, а значит и размер наноструктуры на поверхности, зависит от ряда физических факторов. Атомный пучок имеет конечную расходимость и, как следствие, возникает сферическая aberrация атомной линзы. Её влияние уменьшают, применяя лазер-

ное охлаждение. Малый поперечный размер атомной линзы приводит также к влиянию дифракционных aberrаций. При скорости атомов около 200 м/с длина волны де Бройля составляет примерно 0.01 нм, и такой волне соответствует дифракционный предел $\sim \lambda/40$. Атомы испытывают поперечное скоростное и пространственное уширение из-за процессов спонтанного переизлучения лазерных фотонов. Уширение атомных наноструктур вызывает хроматическую aberrацию, а также физические и химические процессы на поверхности.

Стоячая световая волна идеально подходит для получения одномерных и двумерных периодических структур – решётки линий и точек. Используя две взаимно перпендикулярные интерферирующие стоячие лазерные волны, можно сформировать двумерную решётку “фотонных микролинз” и создать двумерную наноструктуру на поверхности. Изменяя длину волны, можно управлять периодом решётки, равным $\lambda/2$. Если изменить поляризацию в стоячей волне, то можно получить период $\lambda/8$. Использование интерференции трёх лазерных лучей, пересекающихся под углом 120° , или пяти лазерных лучей, пересекающихся под углом 72° , позволяет создавать более сложные квазипериодические структуры. К настоящему времени эксперименты по фокусировке проведены с атомами Na, Rb, Cs, Cr, Fe, Ni, Co, Yb. Рассмотрены перспективы экспериментов с потенциально важными для микроэлектроники атомами алюминия, галлия и индия.

Создавать наноструктуры путём фокусировки атомов можно двумя способами, носящими ныне названия “нанолитография прямого осаждения” и “нанолитография на резисте”. В первом способе атомный пучок проходит через стоячую волну,

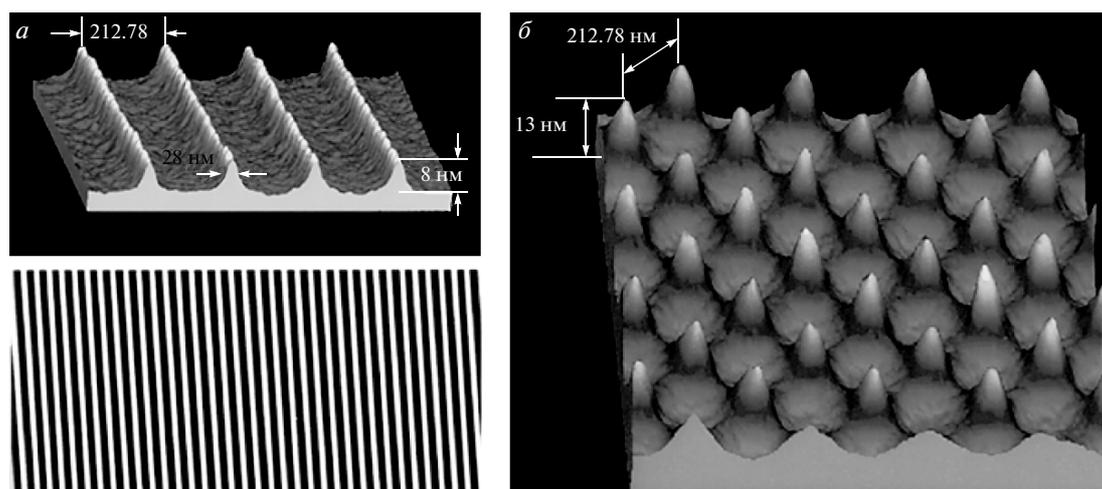


Рис. 5. Изображения хромовых наноструктур, полученных фокусировкой одномерной (а) и двумерной (б) системой атомных микролинз на основе стоячей световой волны

Данные Дж. Дж. МакКлелланда. 1993 г.

и атомы осаждаются в виде решётки нанолиний на кремниевой подложке. Период решётки равен половине длины световой волны лазера. На рисунке 5 показаны изображения хромовых наноструктур в виде линий и точек. Ширина нанолиний по полувысоте составляет 50 нм, а их высота – 28 нм.

Нанолитография на резисте аналогична традиционным методам литографии, применяющим фоторезист. Световая маска создаёт пространственно-неоднородное распределение возбуждённых или химически активных атомов, которые модифицируют фоторезист. Дальнейшее травление экспонированного резиста производится стандартными методами литографии. В атомной оптике продемонстрированы методы нанофабрикации на резисте с использованием возбуждённых метастабильных атомов благородных газов (гелий, неон, аргон) и химически активных атомов щелочных металлов (натрий, цезий). Наименьший размер наноструктур, полученных с помощью атомных микролинз стоячей волны, около 15 нм.

Из общих физических соображений ясно, что предпочтительнее использовать пространственно локализованные потенциалы взаимодействия атома с полем для построения элементов атомной оптики, в частности атомной линзы. Для её построения используются два типа локализованных полей: световое поле, возникающее при дифракции света на структурах, меньших длины волны света, – отверстиях Бете, и световое поле, локализованное в частично открытых волноводах. Отверстие Бете в проводящем экране имеет диаметр меньше длины волны падающего на экран излучения. Дифрагированное на отверстии поле состоит из поля бегущей волны и ближнеполевой компоненты поля. Последняя используется для построения атомной линзы. Размер минимального атомного пятна в фокусе составляет 0.1 оптической длины волны и определяется рядом факторов: сферическими и хроматическими aberrациями, дифракцией атомов на апертуре, взаимодействием между атомами и спонтанным излучением.

Другой пример лазерных локализованных полей, используемых для построения атомной линзы, – это поле, которое создаётся в двумерном волноводе, расстояние между плоскостями которого порядка или меньше длины волны света. В плоскостях такого волновода устанавливаются два малых соосных отверстия с радиусом, много меньшим длины световой волны. Излучение практически не выходит через эти малые отверстия, но вблизи каждого из них поле внутри и вне волновода сильно модифицировано. Характер модификации поля зависит от поляризации вводимого излучения. Распределение поля с минимумом интенсивности между отверстиями получило название “фотонная дырка”, а с максимумом – “фотонная точка”. “Фотонная точка” и “фотонная дырка” могут применяться для фокусировки атомных пучков.

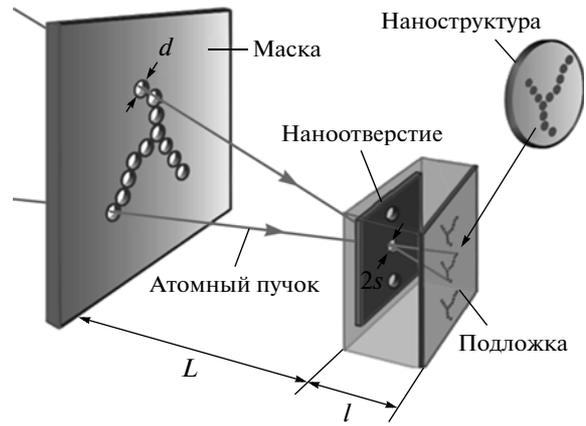


Рис. 6. Схема атомной камеры-обскуры
Атомы, прошедшие через отверстия в маске, формируют, по аналогии со световой оптикой, “светящийся объект” заданной геометрии. С помощью нанотверстия на подложке создается атомная наноструктура – уменьшенная копия маски

Несмотря на наличие многочисленных предложений по фокусировке атомных пучков и столь же многочисленных экспериментальных реализаций атомных линз, данная проблема остаётся нерешённой в плане построения изображения nanoобъектов произвольной формы. Трудно создать потенциал взаимодействия атома с электромагнитным полем, который по своим свойствам был бы близок к “идеальной” линзе для атомов.

В Институте спектроскопии РАН впервые реализовано построение изображений в атомной оптике, основанное на известной в световой оптике идее камеры-обскуры [20]. Атомная камера-обскура включает атомный пучок, маску с изображением, мембрану с нанотверстиями и подложку, на которой создаются наноструктуры (рис. 6). Атомы, прошедшие через маску, формируют, по аналогии с оптикой, “светящийся объект” заданной геометрии. Параметры камеры-обскуры выбираются из соображений получения максимального разрешения. Отношение расстояния от маски до нанотверстия L к расстоянию от нанотверстия до подложки l определяет “уменьшающую силу” атомной камеры-обскуры $N = L/l$. При значении $L = 10$ см и $l = 10$ мкм “уменьшающая сила” достигает 10^4 .

Маски в атомной камере-обскуре имеют характерные размеры около десятка микрометров, поэтому создаваемые с помощью тепловых пучков наноструктуры имеют размер порядка 10 нм. Таким образом осуществляется трансформация объектов микромира в объекты наномира, и атомная камера-обскура рассматривается как прототип знаменитой машины Фейнмана: “a scalable

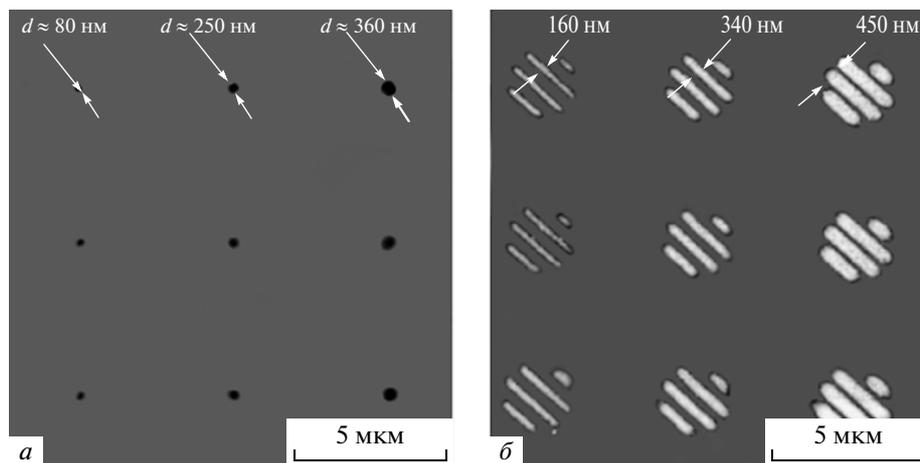


Рис. 7. Наноструктуры, созданные атомной камерой-обскурой

a – электронное изображение мембраны с наноотверстиями различного диаметра; *б* – изображения наноструктур, созданных из атомов индия на поверхности кремния при использовании наноотверстий мембраны

manufacturing system could be made which will manufacture a smaller scale replica of itself” [21].

В атомной камере-обскуре можно использовать не одно наноотверстие, а их массив. Такая параллельная камера-обскура способна одновременно создавать большое количество идентичных наноструктур из произвольных атомов или молекул, причём минимальный размер элемента составит несколько нанометров. С помощью атомной камеры-обскуры было продемонстрировано одновременное производство 1 млн. идентичных наноструктур [20]. Их форма повторяет топологию маски: индивидуальная наноструктура состоит из образованных атомами индия параллельных полос, находящихся друг от друга на одинаковом расстоянии, равном примерно 400 нм (рис. 7).

* * *

Объединение световых сил, электрических и магнитных полей с микро- и наноструктурами привело к появлению уникальных по своим свойствам физических устройств: атомного нанолитографа и атомного интерферометра. Атомная нанолитография ныне рассматривается как альтернативный метод нанолитографии будущего. Атомные интерферометры за 20-летний период прошли путь от демонстрации самой возможности своего существования до тестирования фундаментальных законов физики и создания самых точных квантовых часов, акселерометров, гравитометров и градиометров. Атомные интерферометры, возможно, найдут применение в детекторах гравитационных волн на Земле и в космосе. Другим многообещающим развитием атомной оптики станет атомный чип – атомная микроловушка на основе магнитных и световых полей. Этот монолитный микроманипулятор атомных волн при успешной реализации обещает проникновение в суть фундаментальной квантовой физики, а также широкое использование в квантовой информационной технологии. Пройдя относительно короткий путь развития, атомная оптика тем не менее нашла практическое применение во многих областях (рис. 8), в том числе в атомной интерферометрии, квантовых стандартах частоты и времени, атомной нанолитографии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Balykin V.I., Letokhov V.S. Laser optics of neutral atomic beams // *Physics. Today*. 1989. V. 42. P. 23–28.
2. Балыкин В.И. Атомная оптика и нанотехнология // *Успехи физических наук*. 2009. Т. 179. С. 297–305.
3. Balykin V.I., Letokhov V.S. *Atom Optics with Laser Light*. Harwood Acad. Publ., 1995.

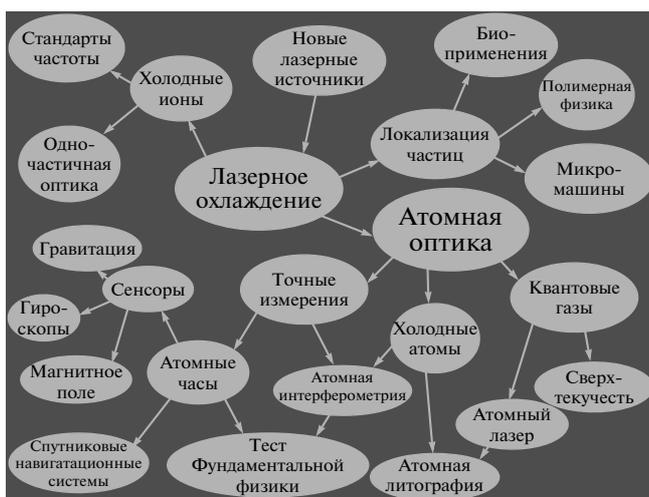


Рис. 8. Многочисленные применения атомной оптики

4. *Meystre P.* Atom Optics. N.Y.: Springer-Verlag, 2001.
5. *Миногоин В.Г., Летохов В.С.* Давление лазерного излучения на атомы. М., 1986.
6. *Казанцев А.П., Сурдатович Г.И., Яковлев В.П.* Механическое действие света на атомы. М., 1990.
7. *Балыкин В.И., Летохов В.С., Миногоин В.Г.* Охлаждение атомов давлением лазерного излучения // Успехи физических наук. 1985. Т. 147. С. 117–156.
8. *Metcalf H.J., Straten P.* Laser cooling and trapping. N.Y.: Springer-Verlag, 1999.
9. *Андреев С.В., Балыкин В.И., Летохов В.С., Миногоин В.Г.* Радиационное замедление и монохроматизация пучка атомов натрия до 1.5 К во встречном лазерном луче // Письма в ЖЭТФ. 1981. Т. 34. С. 463–467.
10. *Lett P.D., Watts R.N., Westbrook C.I. et al.* Observation of atoms laser cooled below the Doppler limit // Phys. Rev. Lett. 1988. Т. 61. С. 169–172.
11. *Kasevich M., Chu S.* Laser cooling below a photon recoil with three-level atoms // Phys. Rev. Lett. 1992. V. 69. P. 1741–1744.
12. *Aspect A., Arimondo E., Kaiser R. et al.* Laser cooling below the one-photon recoil Energy by velocity-selective coherent population trapping. // Phys. Rev. Lett. 1988. V. 61. P. 826–829.
13. *Ketterle W., van Druten J.J.* Evaporative cooling of trapped atoms // Advances in Atomic, Molecular, and Optical Physics // Ed. Bedersonand B., Walther H. (Academic, San Diego). 1996. V. 37. P. 181–236.
14. *Balykin V.I., Minogin V.G., Letokhov V.S.* Electromagnetic trapping of neutral atoms // Rep. Progr. Phys. 2000. V. 63. P. 1429–1510.
15. *Baudon J., Mathevet R., Robert J.* Atomic interferometry // Journ. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 1999. V. 32. P. R173–R195.
16. *Cronin A.D., Schmiedmayer J., Pritchard D.E.* Optics and interferometry with atoms and molecules // Rev. Mod. Phys. 2009. V. 81. P. 1051–1129.
17. *Carnal O., Mlynek J.* Young's double slit experiment with atoms: A simple atom interferometer // Phys. Rev. Lett. 1991. V. 66. P. 2689; *Keith D.W., Ekstrom C.R., Turchette Q.A., Pritchard D.* An interferometer for atoms // Phys. Rev. Lett. 1991. V. 66. P. 2693–2696.
18. *Zurek W.H.* Decoherence, einselection, and the quantum origins of the classical // Rev. Mod. Phys. 2003. V. 75. P. 715–765.
19. *Blatt R., Wineland D.J.* Entangled states of trapped atomic ions // Nature. 2008. V. 453. P. 1008–1015; *Jost J.D., Home J.P., Amini J.M. et al.* Entangled Mechanical Oscillators // Nature. 2009. V. 459. P. 683–685.
20. *Балыкин В.И., Мелентьев П.Н.* Нанолитография методами атомной оптики // Российские нанотехнологии. 2009. Т. 4. С. 30–48.
21. *Feynman R.P.* Infinitesimal machinery // Journ. Microelectromech. Syst. 1993. V. 2. P. 4–14.

На одном из заседаний Президиума РАН обсуждалось динамичное и бурно развивающееся направление современной лингвистики — так называемая *типология*, или типологическое изучение языков. Для тех, кто внимательно следит за развитием лингвистики, ведущее положение, которое занимает типология в совокупности наук о языке со второй половины XX в., не удивительно, но люди, далёкие от лингвистической проблематики, видимо, часто достаточно смутно представляют себе специфику данного направления и его возможности. Публикуемый ниже материал позволяет восполнить этот пробел.

СОВРЕМЕННАЯ ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ

В.А. Плуноян

Прежде чем углубляться в специфику типологии как таковой, необходимо (по давней традиции лингвистических работ) уточнить некоторые



ПЛУНОЯН Владимир Александрович — член-корреспондент РАН, доктор филологических наук, заведующий сектором Института языкознания РАН.

ключевые термины. Это тем более необходимо, что, как показывают реалии сегодняшней жизни, даже самые элементарные с точки зрения науки понятия в обыденной речи нередко подвергаются эрозии или получают неверную интерпретацию, причём такое смешение обыденного и научного понимания не всегда безобидно. В частности, требует уточнения понимание задач и методов науки о языке. Все знают, что лингвистика — это наука, задачей которой является “изучение языка”. Однако что значит — изучать язык? Оказывается, обычный человек (или “носитель языка”, как скажут лингвисты) склонен интерпретировать это сочетание по крайней мере двумя разными способами, и то понимание, которое наиболее

очевидно для неспециалиста, соответствует задачам лингвистики в гораздо меньшей степени.

Действительно, для обычных людей *изучать язык* — значит приобрести способность *владеть* этим языком, или, иными словами, способность говорить на нём самому и понимать то, что говорят другие. При этом изучение языка в обыденном смысле чаще всего соотносится с *иностранным* языком, который может применяться и к изучению родного языка. Например, школьное изучение русского языка нацелено на приобретение таких навыков, которые у его носителей могут изначально отсутствовать: прежде всего умение писать в соответствии с нормами орфографии и пунктуации (грамотность) или — более сложная задача — в соответствии со стандартами письменной речи (культура речи). Как бы то ни было, под изучением языка во всех случаях подразумевается приобретение каких-то умений или практических навыков.

Такое понимание довольно далеко от того, что обычно считается задачей науки. Исследователь изучает свой объект — будь то живые организмы, небесные тела, человеческое общество и т.п. — совсем не с целью получить какие-то практические навыки (практическое *использование* полученных наукой результатов, как хорошо известно, — совсем другой вид деятельности). Человек может приобрести знание языка или от рождения, или путём обучения, будучи взрослым. Это делает объект лингвистики — языковую способность человека — уникальным: мы не получаем от рождения знание о строении вещества или сведения о теории множеств, а знания о языке, которые дают возможность его использовать, от рождения получаем. Правда, мы не можем, как говорят лингвисты, это знание эксплицитировать, то есть сделать доступным: языком мы владеем бессознательно. Тем не менее оно у каждого человека присутствует.

Итак, задача *теоретического* изучения языка (эксплицитное описание сложнейших механизмов порождения и понимания текстов на этом языке) коренным образом отличается от задачи *практического* изучения языка, для решения которой человек лишь активизирует заложенные в нём природой механизмы бессознательного владения языком, а также память и другие когнитивные способности. Несмотря на то, что в обыденной речи и то, и другое описывается сочетанием *изучать язык*, теоретическая лингвистика как наука имеет дело только с первым пониманием. Прилагательным по отношению к такой науке, как лингвистика, является слово *лингвистический*. Оно всегда означало “относящийся к лингвистике”, то есть к *научному изучению* языка. Однако в наши дни мы всё чаще сталкиваемся с ис-

пользованием этого слова в несвойственном ему значении, а именно — “относящийся к языку”. При таком понимании наука смешивается с объектом этой науки, и результаты оказываются, повторю ещё раз, далеко не безобидны. С недавних пор в нашей стране появилось множество учебных заведений, которые называют себя “лингвистическими”. Например, в Москве существует несколько “лингвистических лицеев”. Может быть, они готовят начинающих лингвистов? Ничуть не бывало. На сайте одного из них ясно и чётко сказано, что он “является учебным заведением профильного типа, обеспечивающим углублённое изучение двух иностранных языков”. Такой лицей должен был бы называться *языковым*, а не *лингвистическим* (и, безусловно, так бы и назывался лет 15–20 назад — ведь были же тогда *языковые* вузы и *языковые* спецшколы). Но речь не только о лицеях. У нас есть теперь лингвистические университеты, и самый главный и известный среди них МГЛУ — бывший Институт *иностранных языков*, задачей которого, безусловно, является изучение языка, но только практическое, а не теоретическое. Так что это институт (или университет, как уж угодно его руководителям) *языковой*, но никак не *лингвистический*.

Почему произошла такая подмена понятий? Причин, как минимум, две. Во-первых, сказалось влияние английского языка, в котором прилагательное *linguistic*, в отличие от русского слова *лингвистический*, означает и “относящийся к лингвистике” (которая по-английски называется *linguistics*), и “относящийся к языку” (который по-английски называется заимствованным из старофранцузского словом с тем же латинским корнем *language*). Небрежные переводчики, встречая такие английские сочетания, как, например, *linguistic skills*, не долго думая, передают их как “лингвистические навыки” вместо правильного “языковые навыки”. Ошибка достаточно распространённая, которая благодаря престижу английского языка в нашем теперешнем обществе уже очень прочно пустила корни. Фактически речь идёт о том, что лингвисты называют “семантическим калькированием” — о появлении у слова нового значения, которое есть у него в языке-источнике, но не было в принимающем языке. В данном случае, однако, это калькирование никак нельзя приветствовать, поскольку оно создаёт неоднозначность там, где русский язык её изначально не имел.

Вторая причина — более высокий престиж слова *лингвистический*, которое ассоциируется с “высокой наукой”, с теорией, а не с практическим “изучением иностранного языка”. Называя языковую спецшколу “лингвистическим лицеем”, её создатели поступают примерно так же, как

весьма антипатичный герой известных строк: *Он был монтёром Ваней, но... в духе парижан себе присвоил званье: “электротехник Жан”*¹ (как видим, во времена В. Маяковского наиболее престижным в Европе всё ещё считался французский язык, а не английский). “Присваивая себе званье” лингвиста, переводчики и преподаватели иностранных языков посягают на чужое: их замечательные и нужные профессии к теоретическому изучению языка, увы, имеют весьма отдалённое отношение — не большее, чем садоводство к ботанике или та же профессия монтера — к теоретической физике.

Можно было бы и не обращать особого внимания на это, в общем невинное, желание словесно немного приукрасить и поднять свой статус, если бы не ряд печальных последствий такой путаницы. Вот уже и Министерство образования и науки РФ в 2010 г., переходя на новые образовательные стандарты, с трудом сумело понять разницу между специальностью “Лингвистика и межкультурная коммуникация” (а это, как можно догадаться, и есть бывшее преподавание иностранных языков и перевода) и специальностью “Теоретическая и прикладная лингвистика”, которая с 1960 г. существует в МГУ им. М.В. Ломоносова и в ряде других российских вузов и как раз и обеспечивает подготовку исследователей языка, специалистом по теоретической лингвистике в точном смысле этого слова. Есть ли в этом особая вина сотрудников министерства? Там лингвистика, тут лингвистика, поди разбери... Несведущему человеку так сразу не объяснишь, что русское прилагательное *лингвистический* значит совсем не то же самое, что английское прилагательное *linguistic*. Между тем едва не произошедшее объединение двух специальностей в одно направление (спасло лишь мощное и единодушное вмешательство Российской академии наук и руководства крупнейших вузов страны) имело бы примерно такие же последствия для образования, как обучение физиков по программе для монтеров.

Так что путаница в словах — как хорошо знают люди нашей профессии — может быть весьма опасна. Но вернёмся к нашей основной теме — к теоретическому и типологическому изучению языков.

О статусе современной лингвистики и её задачах. Итак, парадоксальное положение лингвистики как науки связано с тем, что это практически единственная из дисциплин, целью которой является получение особого вида знания — такого, которым человек уже владеет от рождения, только владеет бессознательно. Каждый из нас

умеет говорить на своём родном языке — правда, обычный человек не может объяснить, каким образом он это делает. Задачей лингвистики и является экспликация этого знания. Иными словами, научное описание языка предполагает выявление всего того, что необходимо знать человеку, чтобы свободно пользоваться языком: говорить на нём и понимать то, что на нём сказано. В современной лингвистической терминологии эти два основных вида языковой деятельности человека обычно называют *порождением* и *пониманием текстов*; соответственно, *текстом* называется материальный продукт языковой деятельности, а собственно *языком* — способ создания такого продукта.

Из сказанного следует ещё одна важная особенность лингвистики как науки: её основной объект недоступен прямому наблюдению. Если понимать язык как совокупность знаний — так сказать, особого рода инструкцию, хранящуюся у человека в сознании (а именно так принято понимать язык во всех лингвистических теориях по крайней мере с начала XX в.), то важнейшим свойством языка оказывается его нематериальность. Материален, то есть доступен непосредственному физическому восприятию, не язык, а лишь результат его использования — совокупность текстов на данном языке, построенных по его правилам. Лингвист должен, наблюдая и анализируя тексты (в идеале, всю их совокупность на данном языке, но, как правило, — лишь некоторое ограниченное подмножество), установить, по каким правилам они образованы, и создать описание, имитирующее языковую деятельность человека, позволяющее понять любой текст на данном языке так же, как его понимают его носители, и построить на нём текст, отвечающий любому смыслу так же, как это сделали бы его носители. Такое описание обычно называется *моделью* языка; предполагается, что если результат работы модели может быть признан удовлетворительным, то устройство модели сходно с устройством прототипа, то есть естественного языка. Метод моделирования по необходимости оказывается основным (если не единственным) в лингвистике в силу того, что объект её изучения недоступен прямому наблюдению.

Степень адекватности существующих моделей языка невелика. Проще говоря, об устройстве языка мы пока знаем не так много (хотя, конечно, объём этих знаний стремительно возрастает). Очевидно, что существующие модели языка (а это, в первом приближении, словари и грамматики естественных языков) далеки от того, чтобы описывать всё то знание, которым пользуются носители этих языков в своей речевой деятельности: никакая, даже самая полная из существующих грамматик, не обеспечивает возможности говорить на соответствующем языке даже на уровне семилетнего ребенка или неграмотного пастуха.

¹ В. Маяковский. “Маруся отравилась” (1927). Впрочем, проницательные читатели уже давно обратили внимание, что и *монтер* — тоже французское слово, только более привычное.

Но это объясняется исключительной сложностью такого объекта, как естественный язык, а также нетривиальностью самой задачи извлечения лингвистически релевантных знаний. Положение лингвиста можно сравнить с положением человека, в распоряжении которого находится произвольное количество экземпляров некоего сложного устройства (например, телевизора или компьютера) и который должен, ничего не зная о принципе работы этого устройства, разобрать его и написать инструкцию по сборке аналогичных устройств. Решимся утверждать, что естественный язык во много раз сложнее и телевизора, и компьютера.

Есть ещё несколько свойств, характеризующих естественный язык и крайне важных для понимания методов его изучения. Во-первых, это *изменение языка во времени*: любой язык при передаче от одного поколения к другому претерпевает более или менее значительные изменения в грамматике и лексике; скорость таких изменений может быть различной (и может зависеть от разнообразных факторов), но никакой язык не остаётся неизменным с течением времени. Именно такие изменения при утрате контактов между разными частями некогда единого социума могут привести к образованию того, что в лингвистике называется объединением *генетически родственных* языков, то есть языковым группам и семьям, возникшим в ходе дивергентного развития языка-предка. Постоянные изменения системы языка — важнейшее свойство всякого языка, которое должны учитывать его описания.

Во-вторых, чрезвычайно значимым (хотя, на первый взгляд, и очевидным) фактом является *языковое многообразие* современного человечества. В настоящее время на Земле насчитывается чуть меньше 7 тыс. живых языков (точное число не может быть названо в первую очередь из-за зыбкости границы между самостоятельным языком и диалектами одного языка). Число это может показаться очень значительным, но целый ряд обстоятельств заставляет лингвистов испытывать тревогу по поводу существования объектов своей науки.

Прежде всего, с точки зрения количества говорящих, языки мира крайне неоднородны. На одном полюсе находятся крупнейшие языки, насчитывающие более 100 млн. говорящих. Таких языков 10: китайский (единственный язык с численностью говорящих более миллиарда!), арабский, хинди, английский², испанский, бенгали,

² Этот список ранжирован по численности говорящих, для которых данный язык является *первым (родным)*. Если бы учитывалась и численность тех, кто владеет им как вторым, то, по-видимому, на первом месте в перечне оказался бы английский язык.

португальский, русский, японский и немецкий³. На другом полюсе — небольшие языки, количество носителей которых не превышает нескольких тысяч и даже сотен человек, а порою и нескольких десятков. Таких языков гораздо больше. Считается, что более 90% жителей Земли говорят на одном из 25 самых распространённых языков. Конечно, оставшиеся 10% населения — это всё-таки почти 7 млн. человек, но и языков, которые приходится на их долю, тоже много.

Помимо значительной неравномерности в отношении численности говорящих, языки мира резко различаются и в отношении стабильности. «Благополучных» языков, судьбе которых хотя бы в ближайшие десятилетия ничто не угрожает, очень мало. Подавляющее большинство языков в той или иной степени подвержены различным опасностям. В первую очередь речь идёт о сокращении численности говорящих и сокращении сферы их использования (в лингвистике принято называть это «функциональной сферой» языка), а также затруднённости передачи от старшего поколения к младшему — последнее для оценки степени жизнеспособности языка крайне важно. Когда эти тенденции выражены особенно сильно, приходится констатировать, что язык стоит на грани исчезновения. Таковы языки, насчитывающие меньше тысячи говорящих и, как правило, существующие только в устной форме и только среди старшего поколения носителей. В России это, например, энецкий: несколько десятков стариков, которые ещё помнят его, живут на Таймыре. Из других языков России, находящихся в аналогичном положении, то есть обречённых исчезнуть на наших глазах, можно назвать ижорский, удэгейский, кетский, юкагирский, ительменский и ряд других (в основном это языки Крайнего Севера и Дальнего Востока).

Языки в мире исчезали всегда: войны, миграции, экологические и культурные катастрофы часто стирали с лица земли целые народы. Бывало и так, что народ физически не исчезал, но в силу различных обстоятельств переходил на другой язык, то есть опять-таки одним языком становилось меньше. Но в мире действовала и противоположная тенденция: языки не только исчезали, но и возникали благодаря так называемой родственной дивергенции. Небольшие различия, существующие между территориальными диалектами одного языка, при утрате контакта между разными частями народа давали начало развитию в

³ Из десяти крупнейших языков мира семь относятся к разным группам *индоевропейской семьи*, то есть обладают отдалённым генетическим родством. Арабский, китайский и японский языки к индоевропейской семье не относятся, и друг другу все они также не родственны; существенно, однако, что китайский язык в своё время оказал значительное культурное влияние на японский, сравнимое с влиянием латыни на европейские языки или арабского — на языки мусульманского мира.

разных направлениях, и в результате через несколько столетий появлялись группы генетически родственные, но уже различных языков (таких как романские, германские или славянские языки в Европе, тюркские языки в Азии или языки банту в Тропической Африке). Для того чтобы это происходило, единой этнической группе нужно было всего лишь разделиться и разойтись на такие расстояния, которые гарантировали отсутствие тесных контактов. Современный мир, однако, стал единым и достаточно тесным: ситуация родственной дивергенции языков сейчас уже едва ли возможна. Примерно с XVI в. действует лишь одна тенденция: постепенное, но неуклонное сокращение численности языков. Большие языки теснят малые, и те один за другим исчезают. Как правило, это выражается в том, что дети перестают говорить на языке родителей и начинают говорить на каком-то другом языке — обычно более престижном и распространённом, более “удобном” для них в социальном плане. Темпы этого процесса достаточно высоки: считается, что сейчас ежегодно исчезают около 10 языков. Легко определить, сколько языков останется на Земном шаре, скажем, через 50 или 100 лет (есть основания утверждать, что скорость этого процесса в будущем только увеличится).

Вопрос, как оценивать сам факт сокращения числа языков, не такой простой. В большинстве случаев люди отказываются от своего языка добровольно; следовательно, в смене языка они видят для себя какие-то выгоды. Процесс этот происходит во всём мире, в странах самого разного устройства, культуры, уровня жизни и т.п. Поэтому с точки зрения каких-то сиюминутных выгод для определённых групп людей смена языка может оказаться как минимум нейтральным или даже позитивным фактором. Но с точки зрения лингвистики и особенно лингвистической типологии (как, впрочем, и с точки зрения всех других гуманитарных наук), отношение к этому процессу всегда было однозначным: для гуманитарного знания исчезновение каждого языка — подлинная катастрофа, утрата невозполнимой информации о человечестве. Каждый язык — это единственный в своём роде способ облекать нематериальные мысли в материальную оболочку, и потеря одного из таких способов означает, что всё человечество становится в чём-то беднее и ограниченнее.

Замечу, что с позиции современной теоретической лингвистики среди языков мира нет более простых и более сложных. Так называемых примитивных языков не существует в природе, все известные науке языки в каком-то смысле одинаково сложны, одинаково богаты и в равной степени адекватно выполняют свою основную задачу — обеспечение понимания и общения людей. Более того, именно языки тех групп людей, которые далеки от современной технической цивилизации,

часто ставят в тупик европейских исследователей своей грамматической и лексической изощрённостью. Утрата таких языков ощущается наиболее болезненно.

Лингвисты сейчас хорошо понимают, насколько ценным является любой сохранившийся язык, независимо от места его распространения, количества говорящих и других внешних обстоятельств. Одной из основных своих задач — не просто научной, но и социально-культурной — лингвистическая общественность единодушно считает описание и документацию исчезающих языков. Этому посвящается всё больше сил и ресурсов, как интеллектуальных, так и материальных, в том числе и у нас в стране. Гораздо хуже эту опасность осознаёт общественное мнение, крайне слабо представляющее специфику работы лингвиста: современный образованный человек вполне убеждён в необходимости защиты исчезающих видов животных или растений, но вряд ли (если это не касается его лично) задумывается о необходимости защиты и спасения исчезающих языков в масштабе планеты. Конечно, если считать, что лингвист — это тот, кто изучает или преподаёт иностранные языки, то идея спасения исчезающих языков будет казаться весьма странной: ведь с точки зрения обывателя “польза” может быть только от овладения нужным и престижным языком, а кому нужен язык жителей далёкой деревни, затерянной где-нибудь за полярным кругом, на Памире или в непроходимых болотах Амазонки? Тем более, если он совершенно непохож на привычные нам языки и на его изучение требуются многие годы?

Поэтому повторю ещё раз: теоретическое изучение всех без исключения языков мира — это важнейшая научная и культурная задача, позволяющая понять очень многое в устройстве человеческого сознания, восприятия, поведения, культуры. Вся совокупность гуманитарных наук немыслима без прочного фундамента теоретической лингвистики и прежде всего — лингвистической типологии.

Объект лингвистической типологии. В первом приближении типология изучает сходства и различия между языками мира; точнее, она описывает *пределы возможной вариативности языков*, то есть набор всех возможных сходств и всех возможных различий между всеми известными языками человечества. Можно сказать и так: типология описывает некоторый единый объект, который она называет “возможный естественный язык”. Этот объект получается в результате обобщения всего того, что известно про отдельные естественные языки и собрано так называемой частной лингвистикой.

Однако такое определение нуждается в уточнении. Дело в том, что сходства между языками могут иметь разную природу и не все они интере-

суют типологию в равной степени (хотя все подлежат изучению разными областями теоретической лингвистики). Различают сходства *генетические* (унаследованные языками-потомками от языка-предка), *ареальные* (возникшие в результате контактов между языками) и *собственно типологические* (возникшие в разных языках независимо ни от общего происхождения, ни от территориального соседства).

В качестве простого примера генетических сходств приведём тот факт, что большинство славянских языков обладают именным склонением со сходным набором падежей, имеющих сходные функции и сходные показатели: эту падежную систему они все унаследовали от общего предка, праславянского языка. А, скажем, в большинстве современных романских языков имеется определённый артикль мужского и женского рода, содержащий согласный *-l-* (ср. формы артикля мужского рода в нескольких романских языках: испанск. *el*, итальянск. *il* или *lo*, французск. *le*, румынск. *-ul* и т.п.): во всех приведённых случаях сходство объясняется тем, что мы имеем дело с далеким потомком латинского указательного местоимения *ille*.

С другой стороны, ареальные сходства необязательно возникают между родственными языками, но обязательно между языками, долгое время находящимися в тесном контакте. В результате они обмениваются какими-то чертами своей структуры: появляются лексические и грамматические *заимствования*. Вот некоторые примеры ареальных сходств. Как известно, в большинстве языков хорошо изученного *балканского ареала* (точнее, в новогреческом, болгарском, македонском, ряде диалектов албанского, сербского, румынского, турецкого и цыганского) отсутствует такая форма глагола, как инфинитив. Например, вместо привычной нам конструкции типа *хочу уйти* в языках балканского ареала используется конструкция типа *хочу, чтобы я ушёл* (в приближенной русской передаче). Утрата инфинитива — именно общее ареальное свойство балканских языков. Эта форма существовала и в древнегреческом, и в древнеболгарском, и в других перечисленных языках до начала их интенсивных контактов друг с другом.

Ещё один пример ареального сходства, на этот раз из области лексики. В польском и литовском языках слово со значением “сливки” образовано от слова со значением “сметана” с помощью уменьшительного суффикса: по-польски сливки *śmietan-k-a*, (ср. *śmietana* “сметана”), по-литовски — *grietin-ël-è* (ср. *grietinė* “сметана”). И суффиксы, и корни в этих языках разные, а словообразовательная модель — одинаковая (по-видимому, проникшая в литовский из польского).

Что же остаётся на долю типологии? Как раз такие сходства, которые не объясняются ни общим происхождением, ни контактами, а просто общими свойствами человеческого языка. В каком-то смысле для теории языка этот тип сходств самый интересный и важный. Примерами независимо возникших (типологических) сходств могут быть следующие. В норвежском и в румынском языках определённый артикль присоединяется к существительному справа, как суффикс (ср. норв. *ulv-en* и рум. *lup-ul* “волк”), оба слова не похожи друг на друга и состоят из материально несовпадающих единиц, но принцип их расположения совпал. Это видно, если сравнить с близкородственным норвежскому английским и близкородственным румынскому французским языками: англ. *the wolf* и франц. *le loup* демонстрируют похожие в материальном отношении, но непохожие в типологическом элементе: в обоих этих языках артикль предшествует существительному в качестве отдельного слова.

Другой пример типологического сходства также касается порядка элементов, однако на этот раз членов предложения: в классическом арабском и в ирландском языках при нейтральном порядке слов глагольное сказуемое занимает начальную позицию в предложении (по типу *открывает сторож двери*). Это сравнительно редкий порядок слов, и примечательно, что он встречается в двух очень далёких и никак не связанных друг с другом языках.

Изучение генетических сходств важно для установления языкового родства, изучение ареальных сходств — для исследования языковых контактов. Но изучение типологических сходств важно в некотором, если угодно, более фундаментальном отношении — для исследования того, что вообще возможно и невозможно в любом естественном языке.

Современная лингвистическая типология стала интенсивно развиваться сравнительно недавно, но уже обобщила довольно много сведений такого рода. Именно на них опираются теории языка. Так, *фонетическая* типология располагает сведениями о том, какие возможны артикуляции в естественных языках и как они используются для создания слов. (Разнообразие в этой области поражает даже специалистов: языки Кавказа, Африки, Южной Америки, Новой Гвинеи и других ареалов содержат невероятное богатство “экзотических” согласных и гласных, произнести которые носителю русского и других европейских языков очень непросто.) Примечательно, что ограничения в области фонетической типологии связаны со строением речевого аппарата человека, но ни один язык не использует всех его возможностей — они очень разнообразны и богаты.

Ещё более удивительны закономерности, известные современной *грамматической* типоло-

гии, изучающей грамматические категории и грамматические классы слов, которыми располагают языки для того, чтобы строить предложения и тексты. Приведу только один — далеко не самый сложный — пример из полинезийского языка самоа (на нём говорят на о. Самоа в Тихом Океане, известном в частности тем, что там прожил последние свои годы Роберт Льюис Стивенсон), чтобы проиллюстрировать, насколько далеко языки могут отходить от привычных нам представлений.

В языке самоа русскому предложению *Я получил три письма* соответствует *E tolu tusi na taua*. Буквальный перевод этого предложения приблизительно таков: “Имеется тройным письмо, которое было получено”. Здесь слово *tolu* “три” (точнее, “быть в количестве трёх”) — глагол, а не числительное, и именно оно является сказуемым в предложении! Можно заметить также, что в самоа сказуемое стоит в начале предложения, перед подлежащим и дополнением (точно так же, как в арабском и в ирландском); при существительном нет показателя грамматического числа, при глаголе нет грамматического показателя лица; те же грамматические показатели, которые в предложении присутствуют (*e* и *na*), — не части слов (как привычно нам), а самостоятельные слова — “частицы”, стоящие обычно перед глаголом.

Другим интересным примером несовпадения грамматических структур языков является устройство глаголов со значением “причинить смерть каким-либо способом” в русском языке и в языке североамериканских индейцев лахота группы сиу⁴ (эти глаголы упоминаются в известной книге И.А. Мельчука [1]). В русском языке существует серия глаголов *за-резать*, *за-грызть*, *за-душить*, состоящих из приставки *за-*, в данном случае имеющей значение “причинить смерть” и корня глагола, выражающего способ причинения смерти. Аналогичные по смыслу глаголы есть и в языке лахота, где они тоже состоят из префикса и корня. Так, приведённым трём русским глаголам соответствуют три глагола лахота: *wa-t^ha*, *ya-t^ha*, *yu-t^ha*. Легко видеть, однако, что в структурном отношении устроены они иначе, чем в русском: в русском совпадали приставки и различались корни, а в лахота — наоборот. Корень у всех трёх глаголов общий, а приставки различаются. В языке лахота представлены так называемые инструментальные префиксы — очень интересное явление, характерное для многих языков Америки и Океании. Эти префиксы обозначают способ, которым выполняется действие, обозначаемое глагольным корнем. В лахота корень *t^ha* означает “умереть”, а

префиксы, соответственно, воздействие режущим инструментом (*wa-*), ртом или зубами (*ya-*) и сжатием руками (*yu-*). Таким образом, русское *за-резать* означает буквально “резать так, чтобы довести до смерти”, а глагол *wa-t^ha* в лахота означает буквально “режущим инструментом заставить умереть”. В итоге общее значение оказывается более или менее одинаковым, но пути его получения несходны, в частности, то, что в одном языке выражается корнем, в другом — приставкой и наоборот.

Такие примеры дают некоторое представление о возможных различиях между языками и предупреждают от того, чтобы считать все языки устроенными по одному образцу — родного языка исследователя или наиболее известных европейских языков. Современной типологии известны многие примеры и обобщения такого рода.

Из истории лингвистической типологии. Лингвистическая типология сформировалась как самостоятельная дисциплина сравнительно недавно, в основном в течение XX столетия. На ранних этапах изучения языка доминировал скорее практический подход, когда целью науки о языке считалось сохранение знаний о некотором престижном для данного коллектива (и, как правило, мёртвом) языке письменной традиции (см. [2]). Интерес к языковому многообразию возникает — за редчайшими исключениями — только в начале Нового времени; в качестве предтечи лингвистической типологии обычно называют немецкого философа и языковеда Вильгельма фон Гумбольдта (1767–1835), чья разносторонняя личность глубоко повлияла не только на лингвистику, но и на многие другие гуманитарные отрасли знания. Однако теоретической лингвистике во времена Гумбольдта суждено было пойти несколькими другими путями. Конец XVIII — начало XX в. известнее в истории лингвистики как период зарождения, расцвета и кризиса классического сравнительно-исторического языкознания — науки об изучении прежде всего феномена генетического родства языков и их исторической эволюции. Если вспомнить перечисленные нами выше три типа сходств между естественными языками, то можно сказать, что из всех трёх типов в XIX в. наиболее важным для изучения считался генетический, а типологические сходства стали изучаться позднее, когда на смену классическому сравнительно-историческому языкознанию пришли другие теории языка, объединяемые под условным названием “лингвистический структурализм”, или “синхронная теоретическая лингвистика”. Идеологию этого направления обычно связывают с именем не оценённого при жизни швейцарского лингвиста Фердинанда де Соссюра (1857–1913). В 1920–1940 годах школы, так или иначе связанные с идеологией структурализма, бурно развивались во многих научных центрах

⁴ У нас эти индейцы более известны под названием *дакоты*; читатель наверняка вспомнит о “стране дакотов диких”, многократно упоминаемой Г. Лонгфелло в “Песни о Гайавате” (русский перевод И. Бунина).

Европы и Америки. Структуралисты первыми стали систематически интересоваться типологическими сходствами между языками. Лингвисты, входящие в число основателей современной лингвистической типологии (выходцы из России Р.О. Якобсон и Н.С. Трубецкой, американцы Э. Сепир и Дж. Гринберг и другие), так или иначе были связаны со структурализмом, по крайней мере в начале своей научной карьеры, хотя вклад многих из них в науку далеко не ограничивается рамками структурной лингвистики. (Обогадив своими достижениями последующие теории, в своём классическом виде она уже сошла со сцены.) Благодаря их усилиям к концу XX в. сложилось убеждение, что теория языка и лингвистическая типология — по сути одно и то же, поскольку всякая теория типологична, а всякая типология направлена на изучение природы человеческого языка в целом, то есть является теорией языка, основная задача которой — обобщение свойств всех существующих языков и объяснение границ языковой вариативности, “констант и переменных языка”⁵. Разумеется, лингвистическая типология основана на данных эмпирической (описательной) лингвистики, однако и эти описания, если они претендуют на научный характер, выполняются в соответствии с целями и приоритетами типологического изучения языков. Не пренебрегает типология (в отличие от ранних структуралистов) и обращением к фактам исторической эволюции языков — как помнит читатель, изменчивость во времени является одним из наиболее существенных свойств всякого человеческого языка, и это свойство необходимо учитывать в теориях языка. Закономерностями исторической эволюции языков (независимо от их родства) занимается особый раздел лингвистической типологии — диахроническая типология.

Современная типология, хотя и выросла из структуралистского этапа лингвистики, в некоторых отношениях далеко ушла от идеологии классического структурализма. Несколько упрощая, суть “соссюрианской революции” в лингвистике сводилась к тому, что язык предписывалось рассматривать не как хаотичную совокупность фактов, а как стройную систему, где все элементы связаны друг с другом (“*ou tout se tient*”, как говорил младший представитель французского структурализма и один из наиболее известных учеников Соссюра Антуан Мейе). Иными словами, это означало понимание того, что в языке нельзя описать отдельный элемент (например, один падеж), не имея представления об остальных, связанных с ним элементах (например, обо всех

остальных падежах — и, шире, обо всех остальных грамматических категориях данного языка).

Современная типология пошла гораздо дальше, и сторонники типологически ориентированных теорий языка готовы утверждать: нельзя описать не только отдельный элемент языка, не имея представления о других его элементах, но и никакой отдельный язык, не имея представления об устройстве всех остальных языков человечества. Это утверждение может показаться парадоксальным и даже вызывать возмущение в консервативно настроенных умах: зачем русисту знать подробности японской грамматики? зачем специалисту по скандинавистике изучать ацтекский язык? Однако вектор развития мировой лингвистической мысли именно таков. Действительно, если мы вслед за большинством современных типологов считаем, что каждый язык — это определённая комбинация деталей одного “универсального конструктора”, то описание одной из комбинаций невозможно без описания всех остальных. С другой стороны, понять состав и структуру этого конструктора мы можем только после того, как нам будут известны факты всех языков мира. Именно к этому и стремится современная типология.

Основные достижения современной лингвистической типологии. На счету современной типологии уже достаточно много достижений и открытий, значительно приблизивших нас к пониманию природы человеческого языка. Перечислим наиболее известные из них.

Ранний этап типологических исследований характеризовался повышенным вниманием не к различиям, а к более редким *сходствам* между всеми языками. Такие сходства были названы *языковыми универсалиями*. В их описании и исследовании особенно велика роль замечательного американского лингвиста Джозефа Гринберга (1915–2001) — одного из наиболее выдающихся лингвистов второй половины XX в. Им же были составлены (в 1960-е годы) и первые списки таких универсалий. Примерами универсалий “гринберговского” типа являются следующие утверждения:

- не существует языков, в которых имеются префиксы и полностью отсутствуют суффиксы;
- если в языке есть двойственное число (два объекта), в нём есть и множественное число (более одного объекта);
- если в языке есть категория рода, в нём есть и категория числа.

Особое внимание Дж. Гринберг уделял исследованиям так называемого порядка слов (точнее, членов предложения). Он выделил основные возможные типы и открыл ряд важных закономерностей в этой области, которая продолжает интенсивно изучаться.

⁵ Последняя цитата, удачно выражающая суть лингвистической типологии, представляет собой название книги А.Е. Кибрика, одного из ведущих современных российских типологов и полевых лингвистов (см. [3]).

Однако в какой-то момент развития типологии интерес к универсалиям (как к простым спискам общих свойств всех известных языков) оказался в значительной степени исчерпанным, и исследования сместились в другие области. В частности, произошёл сдвиг исследовательских интересов с универсалий на *универсальные классификации* языковых элементов, которые остаются одним из наиболее мощных инструментов лингвистического анализа. Известны, например, универсальная фонетическая классификация, универсальная классификация грамматических значений (так называемый универсальный грамматический набор); в последнюю входят значения, которые выражаются грамматическими показателями (“грамматикализованы”) хотя бы в некоторых языках мира. Хорошо известно, что состав универсального грамматического набора не произволен: скажем, такие значения, как время, расстояние, количество, естественный пол грамматикализуются в языках мира часто; такие значения, как размер или съедобность объекта в принципе могут грамматикализовываться, но редко; а вот такие значения, как цвет или температура не могут грамматикализовываться никогда (этому есть своё объяснение). Универсальные классификации продолжают активно разрабатываться и в наши дни, у этого направления, на мой взгляд, интересные перспективы.

Одно из наиболее значимых достижений лингвистической типологии XX в. относится к диахронической типологии и носит название “теория грамматикализации”. Эта теория, сформировавшаяся в работах немецких типологов Кристиана Лемана и Бернда Хайне, а также американских типологов Джоан Байби, Пола Хоппера и ряда других, описывает происхождение и семантическую эволюцию грамматических показателей в языках мира. Оказывается, грамматические показатели в подавляющем большинстве случаев возникают из обычных слов языка — глаголов и существительных, претерпевая достаточно сложные и длительные, но в целом однотипные изменения. Эти изменения было предложено называть “путями” (или “каналами”) грамматикализации. Примечательно, что при всём разнообразии лексики и грамматики естественных языков количество путей грамматикализации ограничено и развитие в этой области носит достаточно жёсткий и детерминированный характер. Это даёт лингвистам возможность делать предсказания относительно будущих возможных путей развития грамматических систем, а также высказывать гипотезы относительно возможной реконструкции прошлого состояния существующих грамматических систем.

Вот некоторые известные примеры “путей грамматикализации”, засвидетельствованных во

множестве различных, не связанных друг с другом языков:

- глагол хотеть → будущее время;
- глагол получить → пассивный залог;
- существительное живот’ → наречие внутри → местный падеж.

Другим важным инструментом теории грамматикализации являются так называемые семантические карты. Это графические схемы, на которых отражаются все возможные пути грамматикализации либо для данного грамматического значения (тогда на карте отмечаются все возможные лексические источники), либо для данной лексической единицы (тогда на карту будут нанесены все возможные результаты её грамматикализации). Так, показатели будущего времени в языках мира в основном восходят к глаголам одной из четырёх групп: движения, желания, долженствования или начинательности. С другой стороны, глаголы движения могут порождать в ходе исторической эволюции несколько десятков различных грамматических показателей из самых разных сфер (но, конечно, вовсе не любые грамматические значения из многих сотен единиц универсального грамматического набора). Все эти наблюдения можно представить в графической форме, что и будет означать составление семантической карты⁶.

Подробная каталогизация таких семантических переходов и семантическое картирование всех известных случаев — задача, пока не решённая. Это привлекательная и важная цель современной лингвистической типологии, требующая привлечения больших интеллектуальных ресурсов.

Таким образом, типология очень тесно взаимодействует с описательной и полевой лингвистикой, опираясь на её эмпирический материал и в свою очередь обогащая её теоретическим фундаментом. Типология (как и полевая лингвистика) кровно заинтересована в изучении и, по возможности, сохранении ещё существующего на Земле языкового многообразия. Она принимает участие в документации исчезающих языков, в разработке универсальных методов описания языка, в том числе методов полевой лингвистики, описывающих язык непосредственно там, где он используется, минимизируя элемент внешнего вмешательства исследователя в повседневную языковую жизнь данного сообщества. Заинтересована типология и в развитии современных инструментов описания языка нового поколения, в особенности таких, как электронные и мультимедийные корпуса. Здесь интересы типологии тесно

⁶ На русском языке наиболее подробное изложение принципов теории грамматикализации и оригинальное исследование путей грамматикализации глаголов движения содержится в одной из наиболее значимых в отечественной типологии последних лет монографии [4].

смыкаются с интересами *корпусной лингвистики* — современного интенсивно развивающегося направления исследований⁷.

Важнейшие центры современной типологии. В заключение коснёмся организационной структуры современной типологии. Лингвистическая типология — одна из самых сплочённых и интернациональных областей лингвистики. С 1994 г. существует международная Ассоциация лингвистов-типологов (ALT), объединяющая исследователей со всего мира (в том числе и немалое число российских типологов); под её эгидой издаётся и международный журнал “Linguistic Typology” (с 1997 г.). Первым председателем ALT (1995—1999) был известный современный типолог Бернард Комри.

К числу наиболее крупных международных научных центров, специально занимающихся проблемами лингвистической типологии, относится прежде всего Институт эволюционной антропологии им. Макса Планка в Лейпциге (Германия), директором которого является всё тот же Б. Комри. Из проектов этого института наибольшую известность получил международный “Атлас языковых структур” (WALS), доступный и в Интернете (www.wals.info). Институт ведёт обширную деятельность по типологическому изучению и документации языков мира, особенно тех, которые находятся под угрозой исчезновения.

Из других важных центров можно назвать Центр грамматических, когнитивных и типологических исследований в Антверпене (Бельгия), Центр лингвистической типологии в Мельбурне (Австралия), Центр когнитивных исследований, в деятельности которого типологические программы играют важную роль, в Баффало (США).

Интерес к типологическому изучению языков — давняя традиция российской лингвистики (включая советский период). Среди крупнейших типологов XX в. — имена таких российских лингвистов, как И.А. Бодуэн де Куртенэ, Н.С. Трубецкой, Р.О. Якобсон, позднее — С.Д. Кацнельсон, И.И. Мещанинов, Г.А. Климов, А.А. Холодович и ряд других. Конечно, поддержанию этого интереса способствовало и языковое разнообразие сначала Российской Империи, а впоследствии Советского Союза и Российской Федерации, на территории которых в любых исторических границах существовало более ста языков, принадлежащих к самым разным группам и семьям. Неудивительно, что именно российские учёные внесли крупнейший вклад в изучение уральских, тюркских, монгольских, тунгусо-маньчжурских, иранских,

кавказских, палеоазиатских языков, не говоря уже о славянских и близкородственных им балтийских.

В современной России существует несколько самостоятельных типологических школ, каждая со своими традициями и достижениями. Это, во-первых, Ленинградская (Петербургская) типологическая школа, или “школа Холодовича”, называемая так по имени её основателя, востоковеда, проницательного типолога и выдающегося организатора науки профессора А.А. Холодовича (1906—1977). Для Петербургской школы особенно характерен интерес к типологии грамматических категорий глагола и к выработке методик тщательного типологического обследования языков — так называемых типологических анкет; работы А.А. Холодовича, В.П. Недялкова (1928—2009) и В.С. Храковского (нынешний неофициальный лидер Петербургской школы) в этой области известны во всём мире. Далее следует назвать Новосибирскую и Томскую типологические школы. Обе возникли в рамках описания и документации языков Сибири — как наиболее распространённых в этом регионе тюркских, так и монгольских, тунгусо-маньчжурских, самодийских, обско-угорских, а также кетского, юкагирского и других. Обе школы тесно связаны с личностями их основателей и во многом отражают их научные интересы и приоритеты. Для Новосибирской школы это М.И. Черемисина, один из пионеров изучения языков Сибири, автор оригинальных концепций в области синтаксической типологии, теории которой развиваются её многочисленными учениками. Для Томской школы это родившийся в Поволжье А.П. Дульзон (1900—1973), оказавшийся в Сибири в 1941 г. как ссыльный немец не по своей воле⁸, но сумевший создать крупнейшую школу полевых исследований языков Сибири и внёсший фундаментальный вклад в изучение кетского языка.

Интенсивно развиваются типологические исследования и в Москве, где действует Московское типологическое общество, входящее в ALT. Основными типологическими центрами в Москве являются институты РАН — Институт языкознания (где с 2004 г. функционирует специализированный сектор типологии, но типологические исследования активно ведутся и в других его

⁷ О корпусной лингвистике см., в частности, мои статьи, в основном связанные с проблемами разработки Национального корпуса русского языка — первого крупного русского электронного корпуса, созданного в России [5]. См. также [6].

⁸ Судьба Дульзона в этом смысле не уникальна: интеллектуальное освоение Сибири, Крайнего Севера и Дальнего Востока, в том числе и в области лингвистики, во многом делалось силами ссыльных. Это относится как к народовольцам и социал-демократам, заложившим основы изучения палеоазиатских языков ещё в царское время (В.И. Иохельсон, В.Г. Богораз), так и к советским лингвистам, оказавшимся в Сибири в годы Большого террора (в частности, исследователь юкагирского и нивхского языков Е.А. Крейнович и ряд других). К сожалению, в советское время условий для занятий наукой у ссыльных по понятным причинам было существенно меньше.

подразделениях), Отдел языков Института востоковедения и Отдел типологии и сравнительного языкознания Института славяноведения. Важную роль играют и крупнейшие вузы. Так, в РГГУ действует Учебно-научный центр лингвистической типологии при Институте лингвистики РГГУ, типологическими исследованиями занимаются и сотрудники Института восточных культур и античности РГГУ. Исключительную роль в развитии отечественной типологии сыграло знаменитое Отделение теоретической и прикладной лингвистики МГУ, основанное в 1960 г. в тесном сотрудничестве с московскими математиками. Учебные программы этого отделения всегда отличались постоянным вниманием к языковому разнообразию, и именно сотрудники и студенты этого отделения создали одну из самых продуктивных школ полевой лингвистики. Экспедиции отделения побывали почти во всех уголках бывшего СССР и нынешней России, создав описание многих, в том числе практически не изученных дагестанских, абхазо-адыгских, картвельских, чукотско-камчатских, тюркских, уральских, памирских языков. В настоящее время эта деятельность продолжается уже силами младшего поколения выпускников и студентов отделения, а также в отделе по документация исчезающих языков при Институте мировой культуры МГУ им. М.В. Ломоносова (директор института — академик РАН Вяч. Вс. Иванов, руководитель отдела — нынешний заведующий кафедрой теоретической и прикладной лингвистики, член-корреспондент РАН А.Е. Кибрик). Подавляющее большинство московских типологов — выпускники этого отделения, получившие незаменяемый опыт полевой работы ещё в студенческие годы.

* * *

Надеюсь, мне удалось рассказать об основных особенностях типологического подхода к изучению языка и убедить читателя в том, что лингвистическая типология — одно из наиболее передовых и многообещающих направлений современного гуманитарного знания в целом и современной лингвистики в частности.

Напомню, что типологическое изучение языков значимо не только в научном, но и в социальном и культурном аспектах, способствуя сохранению языкового и культурного многообразия человечества и развитию толерантности, в которой так нуждается современный мир. Наконец, последняя, но отнюдь не незначительная деталь: лингвистическая типология — одна из тех немногих областей, где международный авторитет российской науки (пока) остаётся весьма высоким. Российские типологи публикуют свои работы в международных научных журналах, выступают на международных конференциях и семинарах (не-

редко в качестве приглашённых докладчиков). Особенно показателен следующий факт: из 17 лауреатов премии им. Гринберга, присуждаемой АЛТ с 1999 г. за лучшую диссертацию по типологии, на сегодняшний день 8 человек — российские лингвисты (из них 6 — выпускники ОТиПЛ МГУ, 2 — Института лингвистики РГГУ). Это очень значительная цифра, особенно если учесть то обстоятельство, что среди членов жюри практически не было российских лингвистов и лауреаты этих премий — совсем молодые учёные, только вступающие в науку. Лингвистическую типологию в нашей стране может ожидать очень хорошее будущее — если, конечно, хоть как-то поддерживать фундаментальные научные исследования и особенно молодых учёных. С этим у нас, как известно, далеко не всё обстоит безоблачно. Но хотелось бы надеяться, что отечественная лингвистическая типология будет успешно развиваться. Это одна из самых замечательных и нужных областей гуманитарного знания, достойная всяческой поддержки, и одно из тех направлений российской науки, достижениями которой сегодня мы можем по праву гордиться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельчук И.А. Курс общей морфологии. Т. II (Часть вторая: Морфологические значения). М.: Языки русской культуры; Вена: Wiener slavistischer Almanach, 1998.
2. Алтамов В.М. История лингвистических учений. М.: Языки русской культуры, 1998.
3. Кибрик А.Е. Константы и переменные языка. СПб.: Алетея, 2003.
4. Майсак Т.А. Типология грамматизации конструкций с глаголами движения и глаголами позиции. М.: Языки славянских культур, 2005.
5. Плунгян В.А. Национальный корпус русского языка: общая характеристика и направления развития // Славянское языкознание / XIV Международный съезд славистов. Доклады российской делегации. М.: Индрик, 2008. С. 418–428; *Он же*. Корпус как инструмент и как идеология: о некоторых уроках современной корпусной лингвистики // Русский язык в научном освещении. 2008. № 16 (2). С. 7–20.
6. Национальный корпус русского языка: 2003–2005. Результаты и перспективы. М.: Индрик, 2005; Национальный корпус русского языка: 2006–2008. Новые результаты и перспективы. СПб: Нестор-История, 2009.

После выступления В.А. Плунгян ответил на вопрос академика Е.П. Чельшева.

Академик **Е.П. Чельшев**: Мне бы хотелось услышать, какую роль в создании типологических школ сыграл покойный член-корреспондент РАН Сергей Анатольевич Старостин. Вы о нём ни разу не упомянули.

В.А. Плу́нган: Современная лингвистика не исчерпывается типологией. Сергей Анатольевич Старостин занимался изучением глубокого родства языков. Его методы помогли выяснить прошлое языков. Это очень важная часть языкознания. Язык — настолько сложная система, настолько сложный механизм, что одной теории или одного подхода при его исследовании быть не

может. Изучение языкового родства — это всё-таки смежная область. Как я уже говорил, между языками возможно генетическое родство, ареальное сходство и типологическое сходство. Мы, типологи, занимаемся последним видом сходств. Но двумя остальными видами тоже кто-то должен заниматься, просто я сегодня этих областей лингвистики не касался.

ЧТОБЫ ПОНЯТЬ СИСТЕМУ ОДНОГО ЯЗЫКА, НАДО ЗНАТЬ, КАК УСТРОЕНЫ ДРУГИЕ

ОБСУЖДЕНИЕ НАУЧНОГО СООБЩЕНИЯ

По словам члена-корреспондента РАН **В.А. Виноградова**, В.А. Плу́нган — специалист мирового уровня — сделал очень интересный и содержательный доклад. Однако поскольку лингвистическая типология весьма разнообразна, в одном докладе невозможно отразить всё существенное в этой области.

В.А. Виноградов отметил, что, по мнению многих лингвистов, типология и классическая компаративистика фактически соединяются в один макроподход, дают совокупный взгляд на сходства и различия языков. Использование в исследованиях обоих этих подходов имеет важный побочный результат — классификацию языков. По сравнению с генетической классификацией в компаративистике типологическая классификация отличается большей сложностью. Она оперирует множеством параметров, и в зависимости от того, что берётся за основу типологизации, один и тот же язык попадает в разные классы. А сравнительно-историческая классификация — единственная для каждого языка. Если язык является славянским, то он не может превратиться в германский или в тибетский. Эти два подхода позволяют понять, что представляет собой языковое многообразие, по крайней мере, в границах нашего планетного мира.

Далее В.А. Виноградов обратил внимание на то, что, поскольку языковое многообразие не бесконечно, количество типовых структур, то есть количество типов языков, ограничено. Отсюда возникают важные вопросы: как языки движутся от одного типа к другому, каков характер этого движения, в какой мере по отношению к языкам применимо понятие эволюции или инволюции?

В принципе историческое движение языковых типов может идти по трём моделям: векторной, маятниковой и циклической. При этом наиболее естественно циклическое развитие, когда в истории языков сменяются разные типы.

В заключение В.А. Виноградов отметил практическую значимость типологии. Если иметь представление о типологии того или иного языка, об отличающих его типовых чертах, то можно заранее предсказать, где ожидать наиболее существенных ошибок, связанных с влиянием системы родного языка на систему изучаемого, и строить методики преподавания не наугад, не путём простого механического тренинга, а более удачно.

Член-корреспондент РАН **А.М. Молдован** напомнил, что В.А. Плу́нган является одним из главных разработчиков Национального корпуса русского языка и участником работы над другими национальными корпусами, в частности армянского языка. Благодаря корпусной лингвистике возможно полноценное типологическое сравнение языков.

Национальный корпус русского языка — это информационная система, которая опирается на огромный массив текстов XIX–XXI вв. Каждому слову и каждому тексту приписывается специальный научный аппарат, так называемая разметка, благодаря чему система даёт пользователю любые сведения об употреблении грамматических конструкций.

Национальные корпуса имеют сегодня многие языки. Поскольку разметка, лежащая в основе всякого корпуса, более или менее единообразна, из него можно извлечь и типологическую информацию.

В структуре Национального корпуса русского языка есть звено, непосредственно касающееся темы доклада. Это корпус параллельных текстов (или, сокращённо, параллельный корпус), который состоит из специальным образом размеченных переводов на русский язык иноязычных текстов и иноязычных переводов с русского языка. Исследователю остаётся только выявить сходство и различия в соответствующих единицах текста и определить их причины.

Параллельный корпус — весьма ценный источник для теоретического и прикладного языкознания, для решения задач, связанных, в частности, с составлением двуязычных словарей, в которых не только представлены стандартные эквиваленты слов, но и учтено всё богатство сочетаний данного слова с другими словами.

Всем вам, наверное, известен, обратился к присутствующим А.М. Молдован, шуточный перевод на украинский язык пушкинской фразы “Паду ли я стрелой пронзённый”: “Чегетнусь я дрючком пропертый”. Как легко догадаться, перевод намекает на литературную несостоятельность украинского языка, его неспособность передать тонкую поэзию пушкинских слов. Это, конечно заблуждение. На самом деле аналогом пародийного варианта украинской фразы было бы не менее забавное русское: “Шлёпнусь ли я, клюкой пропёртый”. Между тем литературный украинский перевод, сделанный поэтом Максимом Рыльским, звучит так: “Впаду я вражённый стрелою”.

Причастие “пронзённый” в украинском теоретически возможно. Но в отличие от русского оно может быть использовано только в ограниченном — патетическом контексте. Иначе говоря, украинское “пронзённый” не является полным эквивалентом русского “пронзённый”. У них разные стилистические характеристики.

Примечательно, что, если набрать в googl-переводчике фразу “Паду ли я стрелой пронзённый”, то она будет переведена так же, как это сделал Рыльский: “Впаду я вражённый стрелою”. Здесь срабатывает другая идеология перевода, опирающаяся на параллельный корпус. Переводится не отдельное слово в его синтаксических связях, а целые фрагменты, взятые из прецедентных переводных текстов. При таком подходе качество перевода зависит только от объёма базового параллельного корпуса.

По мнению А.М. Молдована, развитие корпусной лингвистики и лингвистической типологии, безусловно, позволит обнаружить и в русском языке такие участки и такие закономерности, о существовании которых мы раньше не подозревали.

Член-корреспондент РАН А.Е. Кибрик высказал несколько соображений по существу рассматриваемой проблематики и расставил некоторые теоретические акценты. Он отметил, что лингвистическая типология прошла несколько фаз саморазвития и в настоящее время стала одной из важнейших лингвистических дисциплин. При самом обобщённом подходе в истории развития типологии можно выделить два уровня. Первый уровень — это “как-типология”, которая изучает, как устроены естественные языки. Второй уровень — “почему-типология”, которая пытается от-

ветить на вопрос, почему языки устроены именно таким образом.

“Как-типология” начиналась с таксономической классификационной типологии. Её цель, аналогично биологии XIX в., заключалась в классификации языков, отражающей наблюдаемое языковое разнообразие. Но довольно скоро обнаружилось, что сравнивать языки в целом и классифицировать их — задача малоэффективная и практически не реализуемая.

Следующий этап можно назвать параметрической типологией, когда изучаются разнообразные способы межъязыкового сравнения, касающиеся не языков как целостных, единых объектов, а объектов, имеющих разветвлённую систему составляющих его сущностей. Это, например, структура слова, падеж, вид, время и прочие категории. На третьем этапе типологические обобщения задают множество возможных языковых структур и отсекают языковые структуры, которые не встречаются в естественном человеческом языке. При этом в конечном счёте обобщения принимают вид языковых универсалий.

С конца 70-х — начала 80-х годов прошлого века стала активно развиваться “почему-типология” — мы называем её объяснительной типологией, — отвечающая на вопрос: почему языки отличаются друг от друга? Она поднимается на принципиально новую ступень обобщения. Цель такой типологии — обнаружение причин зафиксированных в языках ограничений на возможный человеческий язык.

Ограничения на возможность существования некоторого языкового явления обычно эмпирически подтверждаются с весьма высокой частотой, бесконечно близко приближающейся к 100%. Отсутствие же нарушения того или иного ограничения при любом объёме языковой выборки может быть оценено только вероятностно. Ограничения бывают внутренними и внешними. Внутренние ограничения обнаруживаются в самом объекте, в языке. Причём некоторые объясняются семиотическими принципами, например, принципом различительности. Язык устроен для того, чтобы передавать информацию. Поэтому одна информация должна быть отлична от другой. Код должен быть различительным. А согласно принципу линейного приоритета, то, что активируется в сознании прежде всего, занимает в языковом высказывании первую позицию. Наиболее существенные ограничения находятся за пределами языка.

В объяснительной типологии исторически выделяется функциональная типология, гласящая, что язык — не просто вещь в себе, а механизм, имеющий функциональную предназначенность. Например, языковые выражения должны доноситься наиболее простым для говорящего способом, с учётом его оперативной памяти, и, кроме

того, должны быть удобны слушающему для быстрой декодировки в режиме реального времени. Язык, который не даёт таких возможностей, не будет эффективным кодом. Естественно, языки постоянно стремятся бессознательно, не будучи живыми объектами, к тому, чтобы оптимизировать код. Основная гипотеза функциональной типологии состоит в том, что язык оптимально согласован со способами его использования, то есть язык — это динамическая языковая деятельность.

Наиболее современный этап типологии — когнитивная типология, перспективы которой многообещающие. Она позволяет реконструировать ненаблюдаемые механизмы мышления по наблюдаемым вариативным данным естественных языков.

Лингвистика середины XX в. с восторгом восприняла алгоритмический код построения динамических моделей. За основу языковых процессов, в частности, был принят принцип алгоритма: если А, то сделай Б. Это значит, что язык как статический объект и язык как динамическая языковая деятельность работает как многофакторная система. Любой объект создаётся не одним фактором, а множеством факторов.

Член-корреспондент РАН **В.М. Алпатов** назвал абсолютно правильным утверждение А.С. Плуменя, что нельзя описывать какой-то один язык, не имея представления о других языках. К сожалению, мы наблюдаем это сплошь и рядом. Исторически разные лингвистические традиции всегда возникали на основе изучения какого-то одного языка. В Европе это был либо греческий, либо латинский, в Индии — санскрит, в Китае — древнекитайский и т.д.

С одной стороны, в представлениях человека о своём родном языке всегда отражается представление о языке вообще, поскольку общая природа языка может проявляться только через конкретный язык. С другой стороны, очень легко принять особые свойства своего языка или языка не родного, но наиболее престижного (как, скажем, латинский) за общие свойства языка. Конечно, наивно человеческому сознанию всё, что в его родном языке кажется естественным, а в других языках — чем-то очень странным, хочется подогнать под свой язык. В течение нескольких столетий существовал даже жанр миссионерской грамматики. Европейские миссионеры, проповедуя христианство, переводили Библию на разные экзотические языки и попутно их описывали. Сначала — по образцу латыни: находили шесть падежей, включая звательный, те же грамматические времена. Потом от латинской схемы перешли к английской или французской.

Многие русисты всерьёз думают, что во всех языках есть, по крайней мере, не меньше трёх времён. Между тем в японском их всего два — настоящее-будущее и прошедшее. Многие полага-

ют, что в любом языке главный член предложения — подлежащее и сказуемое с ним согласуется; что обязательно должны быть какие-то аффиксы, склонения, спряжения. Многим кажется странным, что в японском языке по временам может изменяться и прилагательное и т.д.

Типология позволяет на большом эмпирическом материале разделять общие свойства языка, которые, конечно, очень существенны, и частные свойства какого-то одного языка или каких-то групп языков, скажем, индоевропейских.

Основателями типологии были упоминавшиеся в докладе Вильгельм фон Гумбольдт, братья Август и Фридрих Шлегели. Они жили в начале XIX в. и были не столько лингвистами, сколько философами языка. Ими выделены довольно многие и по сей день признающиеся существенными типологические характеристики разных языков. Например, в чём отличия морфологического строя русского, турецкого и китайского языков было установлено уже тогда.

Но возник соблазн объяснять причины типологических различий языков какими-то глобальными вещами. Так, казалось, что, чем язык по своей грамматике сложнее, тем он более развитый. (Самые развитые грамматически языки в мире — это греческий и латинский.) А чем язык устроен морфологически проще, тем он связан с более примитивным мышлением. Встал вопрос: как быть с английским или французским языками, которые, наоборот, очень сильно упростили свою грамматику по сравнению с языками-предками? Некоторые учёные объясняли это регрессом.

Подобные идеи довольно быстро привели к разочарованию и на какое-то время вообще дискредитировали типологию. Можно было высказывать различные предположения. Например, крупный русский востоковед И.П. Минаев утверждал, что особая структура корня в семитских языках (корень состоит из согласных, а внутрь вставляются гласные, имеющие грамматическое значение) послужила причиной формирования у семитских народов монотеистических религий. Такого рода идеи нельзя ни доказать, ни опровергнуть ни на тогдашнем, ни на нынешнем уровне развития науки. Поэтому дискредитация, в конце концов, произошла. А в нашей отечественной науке всё это ещё усилил академик Н.Я. Марр, который выдвинул ряд бездоказательных положений о языке в целом. Тем не менее современная типология это преодолела. Она стала осторожнее в глобальных выводах, хотя накопленный очень большой эмпирический материал действительно требует объяснения.

Типология от чисто описательной и классифицирующей, какой она была ещё несколько десятилетий назад, всё больше превращается в объяснительную. И, может быть, мы на каком-то уровне, конечно, более высоком, чем во времена

Гумбольдта и Шлегелей, поймём, почему языки такие разные. Известная книга В.А. Плуногяна, рассчитанная на широкого читателя, так и называется “Почему языки такие разные”, — напомнил В.А. Алпатов и посоветовал присутствующим её почитать.

Член-корреспондент РАН **А.В. Дыбо** подчеркнула, что в современном представлении язык — это сложный конгломерат систем, которые непрерывно изменяются в силу функционирования языка как механизма, обеспечивающего коммуникацию.

К концу XIX в. историческое языкознание научилось восстанавливать старую систему по её остаткам. Но нужно было понять, каким образом язык вновь выстраивает свою систему, обеспечивая тем самым функциональность. Историческое языкознание научилось это делать при тесном взаимодействии с лингвистической типологией, которая описывает пределы возможностей в построении языковых систем. В результате к середине XX в. точность работы исторических языковедов значительно выросла. Стало возможным более глубокое проникновение в историю языка. В это время возникла теория дальнего родства языков, позволяющая восстановить прежние состояния языка на уровне примерно десяти тысяч лет до нашей эры. Главой этого направления в нашем языкознании и был покойный С.А. Старостин.

По словам А.В. Дыбо, лингвистическая “почему-типология”, о которой говорил А.Е. Кибрик, в очень большой степени пользуется результатами сравнительно-исторического языкознания, потому что конкретные причины языковых изменений обнаруживаются благодаря наблюдению над реальной историей языков. Сравнительно-историческое языкознание, как и лингвистическая

типология, — сейчас один из брендов российского языкознания.

В заключение А.В. Дыбо разделила опасения В.А. Плуногяна относительно трактовки термина “лингвистика” Минобрнауки РФ. По её мнению, действительно, утверждение нового образовательного стандарта по лингвистике фактически подменяет изучение лингвистики изучением иностранных языков, грозит разрушением уникальной системы подготовки лингвистов-теоретиков. Эта система сложилась в 1960-е годы на филологическом факультете МГУ при содействии математиков, в первую очередь академика А.Н. Колмогорова, а теперь стандарт, по которому она была устроена, никак не вписывается в ныне принятые стандарты лингвистики, поскольку они мало внимания уделяют теоретическим дисциплинам. Кстати, сейчас не предусмотрен и профильный экзамен по математике.

Закрывая заседание, Президент РАН академик **Ю.С. Осипов** поблагодарил докладчика и всех принявших участие в обсуждении. Он подчеркнул, что лингвистические исследования в нашей стране находятся на самом передовом уровне и что вообще лингвистика — это поле для взаимодействия специалистов разных областей: языковедов, археологов, математиков, биологов, историков. По мнению Ю.С. Осипова, очень важно создать в Академии наук при участии МГУ и РГГУ программу по современной лингвистике. Когда будет написана всеобщая грамматика с позиций лингвистической типологии, будет легче изучать иностранные языки.

*Материалы обсуждения научного сообщения
подготовила к печати К.А. ЩАДИЛОВА*