

М. Ю. Сидорова,
М. Д. Агапкин

«ДУМАТЬ И ГОВОРИТЬ, КАК УЧЕНЫЕ»: ДИАГНОСТИКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА (НА ПРИМЕРЕ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ)

MARINA IU. SIDOROVA, MIKHAIL D. AGAPKIN

“TO THINK AND TO SPEAK LIKE SCIENTISTS”: DIAGNOSTICS OF THE LEVEL
OF FORMATION OF SCIENTIFIC CONCEPTS BY MEANS OF LINGUISTIC EXPERIMENT
(ON THE EXAMPLE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY)

В статье обсуждаются результаты лингвистического эксперимента, нацеленного на изучение понимания языковых выражений из учебников по общей и неорганической химии для вузов, тремя группами носителей русского языка: школьниками 8–11 класса, студентами направления «Химия», магистрантами и аспирантами направления «Филология». Эксперимент проводился по методике «третий лишний» с использованием гугл-форм. Целью эксперимента было выяснить, на какой стадии освоения специальной дисциплины учащиеся начинают «думать и говорить, как ученые» (Дж. Лемке) и какую роль в оперировании элементами специального языка (как терминологическими, так и общими с общелитературным языком) может играть лингвистическая компетенция. Результаты эксперимента показывают, что лингвистическое преобразование (кросскультурный переход), необходимый для построения профессиональных естественнонаучных моделей, совершается в процессе получения высшего профессионального образования (студенты-химики). Подтвердилась также гипотеза о том, что высокая лингвистическая компетенция позволяет в некоторых случаях компенсировать невладевание профессиональным знанием за счет более квалифицированного оперирования с языковыми единицами и контекстами (филологи). Худшие результаты, продемонстрированные группой школьников, объясняются недостаточностью как предметной, так и лингвистической компетенции этих респондентов. На основе анализа результатов эксперимента формулируются соответствующие задачи для преподавателей курса «Русский язык и культура речи» на естественнонаучных факультетах и предлагаются пути их решения, а также определяются проблемы, с которыми могут встречаться, с одной стороны, филологи и с другой — преподаватели языка специальности в ходе обучения студентов «думать и говорить, как ученые», и способы преодоления этих проблем.

Ключевые слова: язык специальности; лингвистический эксперимент; химия; кросскультурный переход; научные концепты.

The article discusses the results of a linguistic experiment aimed at studying the understanding of linguistic expressions from textbooks on general and inorganic chemistry for universities, by three groups of Russian speakers: high school students of 8-11th grades; university students, studying at the program “Chemistry”; undergraduate and graduate students of the “Philology” program. The experiment was carried out according to the “extra third” methodology using Google forms. The purpose of the experiment was to find out at what stage of mastering a special discipline students begin to “think and speak like scientists” (Jay Lemke) and what role linguistic competence can play in operating with elements of a special language, both terminological



**Марина Юрьевна
Сидорова**

доктор филол. наук, профессор
► sidorovadoma@mail.ru

**Михаил Денисович
Агапкин**

аспирант,
учитель МОУСОШ № 82 г. Черноголовка
► agapkin.md@gmail.com

Московский государственный
университет имени М. В. Ломоносова
Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1

*Marina Iu. Sidorova,
Mikhail D. Agapkin*
Lomonosov Moscow State University

Moscow, GSP-1, Leninskie Gory, 1

and common with the general literary language. The results of the experiment show that the linguistic transformation (cross-cultural transition), necessary for the construction of professional natural science models, occurs in the process of obtaining higher professional education (for chemistry students). The experiment also confirms the hypothesis that high linguistic competence makes it possible in some cases to compensate for the lack of professional knowledge at the expense of more qualified handling of linguistic units and contexts (for philologists). The worst results were demonstrated by the group of high school students, which can be explained by the inadequacy of both the subject and linguistic competences of these respondents. The authors have formulated the corresponding tasks for the teachers of the course "Russian Language and Culture of Speech" at the natural sciences departments, based on the analysis of the results of the experiment. The article identifies the ways of solving problems that may be encountered, on the one hand, by philologists, and, on the other hand, by teachers of the language for special purposes in the course of teaching students "to think and speak like scientists".

Key words: language for special purposes; linguistic experiment; chemistry; cross-cultural transition; scientific concepts.

Введение

Среди учёных, занимающихся проблемами эффективной передачи научного знания, авторитетом пользуется подход к обучению естественным и гуманитарным наукам как к научению студентов «думать и говорить, как ученые». Эта формулировка получила распространение после книги Дж. Лемке «Talking science: language, learning and values» [Lemke 1990], название которой сам автор интерпретировал следующим образом: «"Talking Science" не означает просто говорить о науке, это означает творить науку посредством языка» (doing science through the medium of language). Становление ученого рассматривается в этом подходе как смена языка, культуры, картины мира, концептуальной схемы, семантической сети, с помощью которой человек членит и интерпретирует действительность. В отечественной науке мы обнаруживаем подобный подход, например, в статье кандидата физико-математических наук А. Ю. Пентина «Построение естественнонаучных и математических моделей как лингвистическое преобразование» [Пентин 2010]. Построение объясняющих естественнонаучных моделей, пишет А. Ю. Пентин, требует, чтобы мы описывали объясняемые ситуации «на языке, ключевые понятия которого либо во-

все не встречаются в бытовом языке, либо формально встречаются, но в научной модели имеют другой, свой смысл» [Пентин 2010: 109].

Например, физическое объяснение того, почему при определенных условиях окна запотевают, звучит примерно так: «В воздухе в машине (квартире) присутствуют **пары воды**, причем при достаточно влажном воздухе их **упругость** близка к насыщению. Если поверхность стекла заметно холоднее, чем воздух в комнате, то и прилегающие к ней **слои воздуха** имеют более низкую температуру, чем основная масса воздуха. Чем ниже температура, тем ниже упругость **насыщенного** пара. Поэтому пар с одной и той же упругостью может быть не насыщенным вдали от холодной поверхности стекла, но насыщенным около нее. А насыщенный пар конденсируется и оседает в виде капель воды на стекло» [Пентин 2010: 107–108] (*жирный шрифт наш — МС, МА*). Эта модель ситуации, созданная физиком на «физическом языке», требует для ее понимания «подавления» повседневных значений выделенных слов и переключения в систему научных значений.

Сейчас нет сомнений в том, что язык играет важнейшую роль в конструировании системы научного знания, формировании правильных и неправильных научных понятий и отношений между ними и осуществлении перехода от донаучного к научному мышлению [Lemke 1990] [Halliday 1993] [Carlsen 2007]. Соответственно, язык может быть использован и как средство диагностики адекватности научных, донаучных или псевдонаучных конструктов в голове субъекта и успешности превращения нехимика, неболога, нефизика и т. п. в химика, биолога, физика и т. п., то есть в человека, который думает, говорит и — добавим — действует, как химик, биолог, физик. Вслед за мировой традицией мы можем называть это «кросскультурным переходом» (cross-cultural crossing) или «концептуальным изменением» (conceptual change), которое проявляется в способах оперирования языковой материей и делает ученого-естественника фактически билингом в рамках национального языка.

Важно, что это касается не отдельных слов, а всей картины мира. Так же, как билингв,

ученый «подавляет» не нужный ему в данный момент «язык» и активирует нужный (те значения слов и семантические отношения между словами, которые ему требуются для создания научной модели). Он «отказывается» от той семантической сети, которую ему предоставляет повседневный язык, и набрасывает на мир иную, новую, отражающую современные научные представления об устройстве того или иного фрагмента действительности. Он словно следует известному высказыванию В. Гумбольдта, выходя из пределов круга, который описывает вокруг народа общенациональный язык, и вступая в другой круг — принадлежащий только ученым данной специальности. Преобразующая сила языка, обеспечивающего этот переход, удивительна. Ее роль подчеркивал, объясняя значимость смены позиции зоопсихолога на позицию физиолога для результатов своих исследований, И. П. Павлов: «... Как ни было на первых порах трудно, но мне путем длительного напряжения и сосредоточенного внимания удалось наконец достигнуть того, что я стал истинно объективным. Мы совершенно запрещали себе (в лаборатории был объявлен даже штраф) употреблять такие психологические выражения, как «собака догадалась», «захотела», «пожелала» и т. д. Наконец, нам все явления, которыми мы интересовались, стали представляться в другом виде» [Павлов 2016: 196]. Запрет на употребление «психологических выражений» выпустил ученых «из пределов круга» и позволил найти новое научное объяснение наблюдаемому.

Итак, естественнонаучное знание должно «перевести» мир на язык науки. И это в оптимальном случае должно происходить еще в школе. Но не происходит. Об этом свидетельствует огромное количество статей, написанных специалистами по различным предметам, в разных странах мира, касательно разных уровней образования, и посвященных устойчивости так называемых «ложных представлений», *misconceptions*, *pre-concepts*, *alternative frameworks*, *commonsense conceptions*, *untutored beliefs*, которые учащиеся приносят из повседневной жизни в аудиторию или лабораторию

и иногда сохраняют даже по завершении специального образования (см., например, [Treagust 1988; Brown, Hammer 2008; Mulford, Robinson 2002; Kind 2004; Horton 2007; Barke, Hazari, Yitbarek 2009; Stojanovska, Soptrajanov, Petruševski 2012; Stojanovska, Petruševski 2017; Bučková, Prokša 2020]). Общая проблема состоит в том, что такие ненаучные представления, во-первых, не осознаются самими учащимися, во-вторых, часто ускользают от преподавателей спецдисциплин. Последние, во многом в силу отсутствия у них филологического образования, а именно — представлений об устройстве и функционировании языковой системы, не понимают влияния «донаучного» языкового багажа студента на освоение им системы научных понятий, не могут предвидеть трудности, индуцируемые системой общенационального языка, вовремя выявить их и скорректировать. Нам представляется, что здесь есть работа для преподавателя «Русского языка и культуры речи» на естественнонаучных факультетах. Но сначала следует понять, в какой момент происходит указанный «концептуальный переход», определить статус субъекта обучения, выяснить, в какой мере у вчерашнего школьника — нынешнего первокурсника — сформированы

а) способность «думать и говорить, как ученые», т. е. переключаться с обыденноязыковой системы понятий на научную и использовать для построения объясняющих естественнонаучных моделей соответствующий язык (в активной и пассивной речевой деятельности);

б) целенаправленная языковая рефлексия как способность извлекать информацию из анализа языковых выражений.

Очевидно, что можно использовать лингвистический эксперимент для обнаружения той системы значений, которые стоят за отдельными словами и составными наименованиями у носителей языка, находящихся на разных ступенях познания той или иной науки (от профана до профессионала). В частности, можно исследовать степень зрелости специальной понятийной системы и ее соотношение с обыденно языковой, а также способность субъекта переключаться

с одной понятийной системы (семантической сети) на другую, когда этого требует ситуация, и включать соответствующие правила интерпретации языковых элементов (слов и выражений) и оперирования ими.

Цель лингвистического эксперимента, описываемого далее, была более конкретной: мы хотели получить ответ на вопрос, насколько общее среднее и профессиональное высшее образование влияют на формирование научной системы понятий («концептуальный переход» от нехимика к химику) и насколько школьники 8–11 классов способны интерпретировать языковые выражения по правилам «химического языка», по сравнению со студентами-химиками 3–4 курсов бакалавриата и магистрантами и аспирантами филологического факультета. Параллельно нас интересовала роль общеязыковой компетенции в тех случаях, когда понимание не требовало привлечения специальных знаний, и в тех, когда такие знания требовались, но их отсутствие могло быть компенсировано навыками лингвистического анализа.

Гипотеза исследования состояла в следующем:

1) результаты, показанные школьниками, изучающими предмет «Химия», в тесте «Найди третье лишнее», основанном на химических понятиях и утверждениях, будут ближе к результатам выпускников нехимического бакалавриата и будут существенно отличаться от результатов студентов-химиков во всех заданиях, где требуется понимание химического содержания языковых выражений;

2) в заданиях, выполнение которых опирается на общеязыковые (обыденноязыковые) значения и употребления слов, все три группы респондентов дадут приблизительно одинаковые результаты.

Участники эксперимента

В эксперименте приняли участие

а) учащиеся МОУСОШ № 82 г. Черноголовка (Московская область): 8 класс — 67 человек, 9 класс — 67 человек, а также 10–11 класс — 91 человек;

б) магистранты и аспиранты филологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова — 22 человека (никто из них не заканчивал специализированный химический лицей или класс);

в) студенты 3–4 курса факультета фундаментальной физико-химической инженерии МГУ имени М. В. Ломоносова — 24 человека (все эти студенты уже изучили курс общей и неорганической химии, примеры из учебников по которому были использованы в эксперименте).

Характеризуя лингвистическую и предметную (химическую) компетенции участников эксперимента, можно сказать, что

группа а) не обладает ни одной из этих компетенций на профессиональном уровне;

группа б) имеет развитую лингвистическую компетенцию, умеет на профессиональном уровне, более глубоко, чем не специалисты, анализировать языковой материал, используя имеющиеся теоретические знания, при этом не имеет профессиональной предметной (химической) компетенции;

группа в) представляет зеркальную картину относительно группы б), то есть, не обладая профессиональными навыками анализа языковых выражений, имеет профессиональные знания в области химии, умеет читать и интерпретировать учебные тексты, которые послужили источником материала для эксперимента.

Материал и процедура эксперимента

Эксперимент проводился по методике «третий лишний». Респонденты получали тест в электронном виде (гугл-форма). То, что им требовалось сделать, формулировалось следующим образом: «Отметьте в каждом задании один «лишний» пункт. Ориентироваться надо на химические сущности и смысл, а не на внешние языковые признаки. В некоторых заданиях слова, которые надо сравнивать, выделены для упрощения работы». Следует признать, что формулировка «внешние языковые признаки» является, строго говоря, лингвистически расплывчатой, но она, как показывает опыт, хорошо работает в аудитории нефилологов, которые понимают по ней, что не надо, например, из ряда «кошка, стена, со-

бака» вычеркивать кошку, потому что она начинается на букву К, или из ряда «кошка, стена, кролик» — кролика, потому что он мужского рода.

Тест состоял из 15 заданий, в каждом из них были представлены языковые выражения объемом от одного слова до предложения. Отметить как лишний можно было только один пункт. Задания, как мы увидим далее, имели разный уровень сложности и компоновались произвольно. В них использовались слова и выражения как терминологического, так и нетерминологического характера из учебников по общей и неорганической химии для 1 курса университета, входящие в ту часть содержания курса, которая изучается на школьном уровне (то есть предполагается, что с значением этих слов и выражений должен быть знаком любой российский выпускник школы). Предварительно с заданиями были ознакомлены три эксперта — преподаватели химии, которые оценили задания с точки зрения однозначности правильного ответа.

Приведем полностью материал теста (правильный ответ выделен жирным во всех заданиях, кроме 1 и 4, где однозначного правильного ответа нет, тестовое слово в некоторых пунктах напечатано прописными буквами) — см. таблицу 1.

В соответствии с изложенными в начале статьи теоретическими положениями, большая часть заданий подразумевала способность респондента разграничить значения многозначного слова / омонимы. Это задания 2, 5, 6 (омографы), 7, 8, 10, 11, 13, 14.

В заданиях 1, 3, 4 проверялась способность респондентов видеть разные химические сущности производных единиц с аналогичной словообразовательной структурой.

Задания 9 и 12 имели целью установить, ощущают ли респонденты специфику значения прилагательного *резкий* в сочетании *резкий запах* в языке химии, то есть воспринимают ли они его как указание на качество запаха, аналогично *едкий запах*, или как интенсификатор, аналогично *сильный запах*. Это задание по сути приемыкает к заданиям на разграничение значений многозначных слов / омонимов с тем отличием, что в тех заданиях различные значения представ-

лены эксплицитно, в разных диагностических контекстах.

Наконец, последнее, пятнадцатое задание тоже имело отношение к многозначности / омонимии, но в то же время должно было проверить способность респондента включать слово в семантическую сеть, заданную ситуацией, то есть в систему химических понятий.

Результаты и обсуждение

Во всех заданиях, кроме первого, ярко проявилась сформированность предметной компетенции у респондентов-химиков, по сравнению со школьниками и филологами, выразившаяся в однозначном или почти однозначном определении случая, в котором слово было употреблено в ином значении, чем в двух других. Например, задание 2 (*элемент*), задание 5 (*нейтральный*), задание 14 (*остаток*) — см. рис. 1–3. Нумерация ответов соответствует таблице 1.

В первом задании (рис. 4, нумерация ответов соответствует таблице 1) студенты-химики проявили несогласованность ответов, как и филологи и школьники. Однако эта несогласованность в группе химиков, как показали мнения экспертов-преподавателей и обсуждение с респондентами после выполнения теста, вызвана именно наличием профессиональных знаний, которое позволило использовать различные обоснованные критерии, требовавшие исключения либо словосочетания *аммиачный раствор*, либо словосочетания *водный раствор*.

В ряде заданий, согласно гипотезе исследования, решающую роль должна была сыграть языковая компетенция, позволяющая и филологам, и школьникам ответить правильно. Однако языковая компетенция оказалась значима: а) только там, где на решение не влияли дополнительные факторы, связанные с «химическими значениями» слов и выражений, б) только в группе филологов.

Сравним, например, задания 3 и 4 (рис. 5 и 6, нумерация ответов соответствует таблице 1). И в том, и в другом нужно определить лишнее среди трех отглагольных существительных с суффиксом *-ние*. Но в задании 3 достаточно ориен-

Таблица 1. Материалы теста с выделенными правильными ответами

Задание № 1	1. аммиачный раствор
	2. водный раствор
	3. спиртовой раствор
Задание № 2	4. гальванический элемент
	5. переходный элемент
	6. редкоземельный элемент
Задание № 3	7. растворение
	8. охлаждение
	9. строение
Задание № 4	10. кипение
	11. нагревание
	12. сгорание
Задание № 5	13. нейтральная среда
	14. нейтральная частица
	15. нейтральный pH
Задание № 6	16. основные причины
	17. основные оксиды
	18. основные соединения
Задание № 7	19. НАХОЖДЕНИЕ в природе
	20. НАХОЖДЕНИЕ изменения функций состояния системы
	21. НАХОЖДЕНИЕ энтальпии образования этилена
Задание № 8	22. РАЗДЕЛЕНИЕ газовых смесей
	23. РАЗДЕЛЕНИЕ веществ на кислоты и основания
	24. РАЗДЕЛЕНИЕ циркония и гафния
Задание № 9	25. резкий запах
	26. едкий запах
	27. сильный запах
Задание № 10	28. УДАЛЕНИЕ электрона с разрыхляющей орбитали
	29. Путем УДАЛЕНИЯ трех смежных молекулярных тетраэдров
	30. УДАЛЕНИЕ примесей
Задание № 11	31. Для проведения реакции соль марганца берут в НЕДОСТАТКЕ
	32. К НЕДОСТАТКАМ перманганатов как окислителей следует отнести невозможность их использования в органических растворителях
	33. При действии на сульфат никеля щелочью, взятой в НЕДОСТАТКЕ, образуются основные сульфаты, которые под действием щелочи легко переходят в гидроксид
Задание № 12	34. резкий запах
	35. сильный запах
	36. слабый запах
Задание № 13	37. Все нерадиоактивные элементы четвертой группы в природе встречаются ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО в виде соединений
	38. Межзвездное пространство одновременно и ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО холодно, и чрезвычайно горячо
	39. Геометрия молекулы или иона определяется ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО числом электронных пар на валентной оболочке центрального атома
Задание № 14	40. ОСТАТОК после упаривания подвергают затем перетопке в отсутствие воздуха
	41. Переход иона водорода к азоту аммиака будет происходить тем легче, чем слабее он удерживается кислотным ОСТАТКОМ соответствующей кислоты
	42. Путем вымывания азотных соединений из ОСТАТКОВ от гниения, фосфориты могут образоваться и в местах массовой гибели различных животных
Задание № 15	43. орбиталь
	44. фаза
	45. уровень

тироваться на общекатегориальные значения существительных, разграниченные в голове у носителей языка, обладающих языковой рефлексией: *растворение* и *охлаждение* — это процессуальные существительные, *строение* — непроцессуальное. Что и демонстрируют респонденты-филологи, по доле правильных ответов приближаясь к химикам.

В задании 4 все три отглагольных существительных процессуальные: *кипение*, *сгорание*, *нагревание*. Их нужно разграничить по какому-то более конкретному компоненту значения, и это сразу создает большую дифференциацию ответов.

Лучшие результаты, чем школьники, показали филологи и в задании 11, где нужно было разграничить общеязыковое и специальное значения слова *недостаток* (отрицательное свойство vs количество, меньшее, чем нужно для осуществления реакции) (рис. 7, нумерация ответов соответствует таблице 1). Ориентируясь на контекст (в двух пунктах представлено специфичное для языка химии выражение *брать / взять в недостатке*), 18 респондентов из 22 справились с заданием.

Вероятно, тем же объясняется неплохой результат филологов в задании со словом *нахож-*

дение (рис. 8, нумерация ответов соответствует таблице 1): отделить транзитивную конструкцию с родительным падежом (*нахождение чего?*) от локативной с предложным (*нахождение где? в чем?*) для большинства респондентов в этой группе не составило труда. Для школьников подобный лингвистический анализ оказался так же сложен, как понимание сущности процессов, хотя несомненно, что и на химии, и на других предметах в инпуте они получали и само слово *нахождение*, и производящие глаголы в двух использованных значениях (*Найдите сумму... vs что-то где-то находится*).

В том задании, где такой очевидной контекстной подсказки не оказалось, а именно в задании 8 со словом *разделение*, результаты филологов оказались хуже. Конструкция не дала им возможности выявить третье лишнее (рис. 9, нумерация ответов соответствует таблице 1), хотя принцип рассуждения должен был быть тем же самым, что и со словом *нахождение*: поиск разных значений предикатов — физического действия (*разделить* = отделить друг от друга путём лабораторных операций) или ментального (*разделить* = классифицировать).

Не только у респондентов, не обладающих предметной компетенцией, но и у химиков затруднение вызвало задание 10, в котором нужно

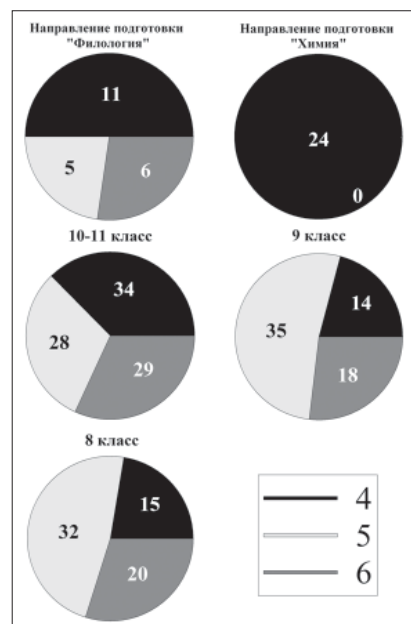


Рис. 1

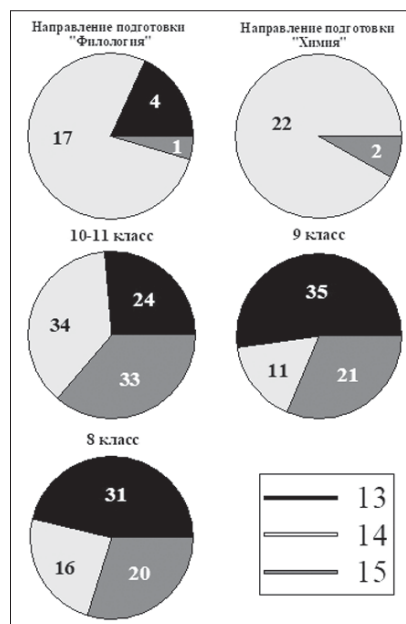


Рис. 2

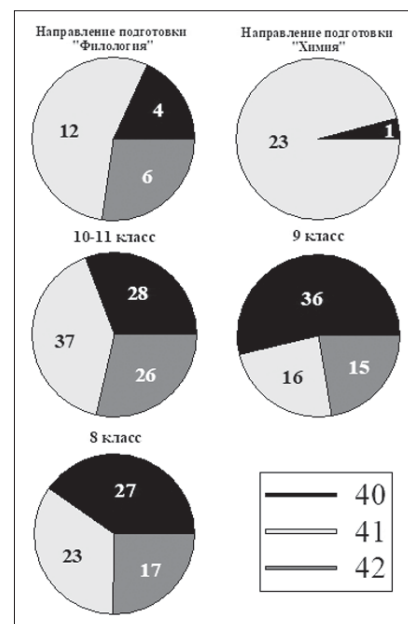


Рис. 3

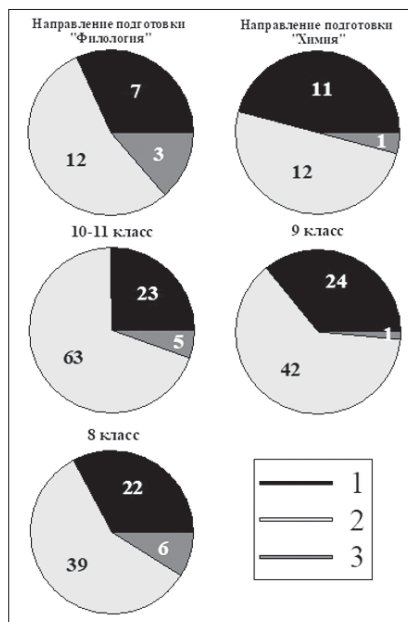


Рис. 4

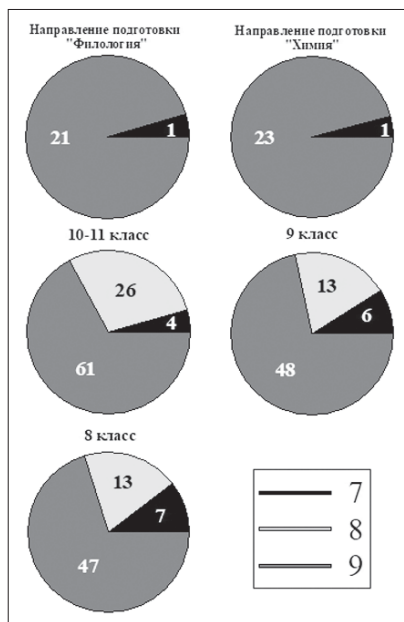


Рис. 5

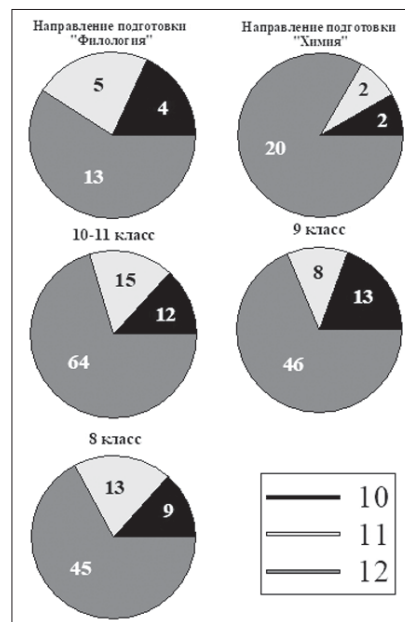


Рис. 6

было разграничить два значения существительного *удаление* от глагола *удалить* — 1) отдалить на какое-то расстояние и 2) устранить, убрать, уничтожить (рис. 10, нумерация ответов соответствует таблице 1).

Неожиданные, с точки зрения гипотезы исследования, результаты мы встречаем в задании

13. Как мы уже видели, лингвистическое развитие школьников находится на таком же невысоком уровне, как предметное: многие (26 респондентов в 8 классе, 33 в 9 классе и 22 в 10–11 классах) не смогли разграничить два значения слова *исключительно* — ограничительное и усилительное — хотя они оба не являются специальными.

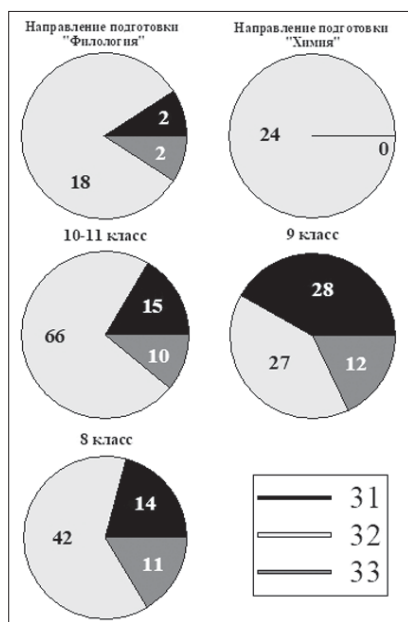


Рис. 7

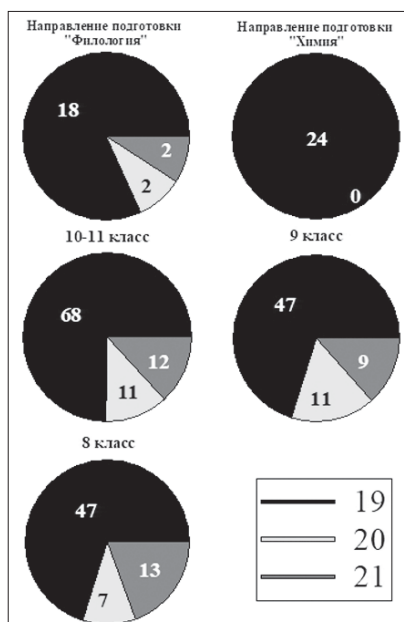


Рис. 8

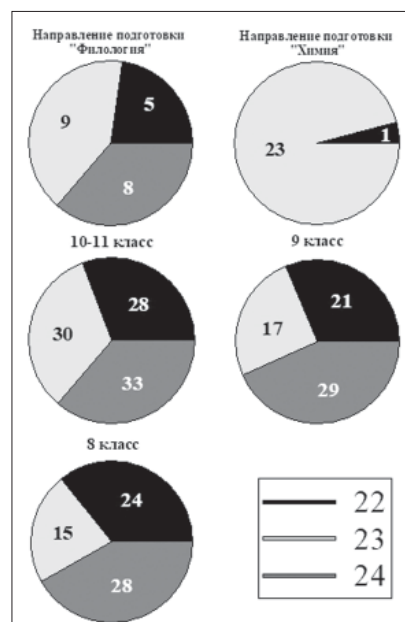


Рис. 9

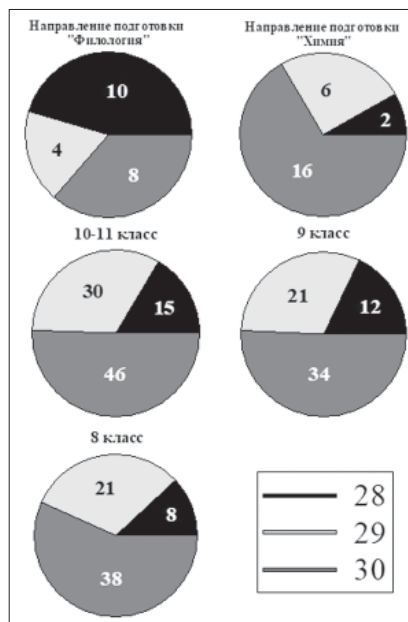


Рис. 10

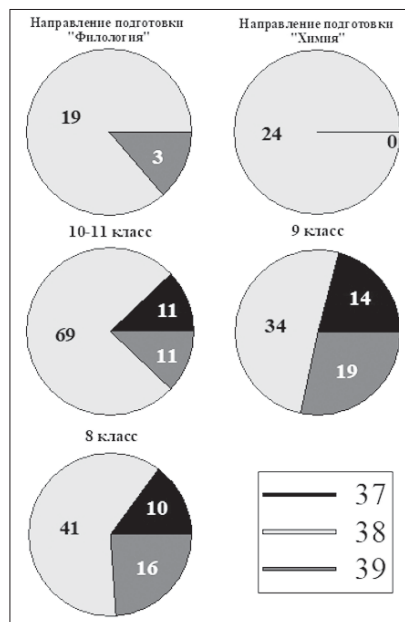


Рис. 11

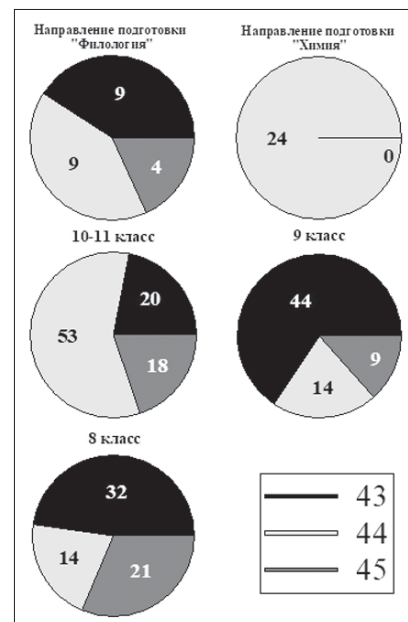


Рис. 12

Но ошибку допустили и 3 филолога (рис. 11, нумерация ответов соответствует таблице 1).

Наконец, задание 15 (рис. 12, нумерация ответов соответствует таблице 1). Оно демонстрирует существенный разброс ответов в группах филологов, и школьников, и полное единодушие химиков, для которых, когда они находятся в профессиональном «модусе» использования языка, слова *уровень* и *орбиталь* являются смежными узлами семантической сети: *Электронный уровень — совокупность орбиталей с одинаковыми значениями главного квантового числа* (С. Т. Жуков, «Химия. 8-9 класс». М., 2002). Соответственно, как лишнее отмечается слово *фаза*.

Решающую роль того, что это задание стояло последним в эксперименте, который эксплицитно «включал» химическую картину мира и заставлял рассматривать языковые выражения как инструменты ее создания и объяснения, отмечали и эксперты-преподаватели, и респонденты-химики. В частности, указывалось, что если бы предшествующие задания и формулировка эксперимента активировали физическую картину мира и лингвистические преобразования (по выражению А. Ю. Пентина), которые необходимы для ее построения, то возможно лишним оказалось бы слово *орбиталь*. Филологи и школьники,

не владеющие «химическими значениями» слов, включенных в это задание, не смогли его правильно выполнить.

Выводы

1) Наблюдение над оперированием языковыми структурами (в данном случае над пониманием учащимися языковых выражений из учебников по общей и неорганической химии) позволило нам оценить степень сформированности готовности учащихся «думать и говорить, как ученые», иначе говоря — включенность в научную картину мира, в концептуальную схему данной дисциплины, в тот способ использования языка, который специфичен для специалистов в данной области и необходим для научного моделирования ее объекта. Мы установили, что школьники старших классов такой научной картиной мира не обладают, тогда как у студентов-химиков к 3 курсу она уже в целом сформирована.

2) Крайне важным объектом лингвистической работы над научной речью являются не узкоспециальные термины, уникальные для той или иной области знаний, а слова, которые используются в том же или в другом значении в общелитературном языке. Просто говоря, это не те новые слова, которые вместе со стоя-

щими за ними понятиями, студент «получает» от преподавателя спецдисциплины, а те слова, с которыми он из обыденной жизни приходит в аудиторию или лабораторию, где они наполняются новыми смыслами. Это те слова, история и характер формирования значения которых скрыты от преподавателя, потому что это случилось до начала профессионального обучения, и преподавателю достаточно трудно (если он вообще об этом задумывается) проконтролировать степень сформированности научного понятия, стоящего за словом, и его правильность.

3) Для такой работы необходима правильно сформированная языковая рефлексия, включающая навыки синтагматического и парадигматического анализа и сопоставления, определения значений разного уровня абстракции и т. п. К сожалению, это не те навыки, на которые нацелено обучение русскому языку в средней школе. Мы видим, что отсутствие таких общих «принципов понимания» у школьников приводит к их неспособности компенсировать отсутствие предметного знания за счет знания языка (языковой компетенции), тогда как филологи, уже закончившие бакалавриат, более успешно, чем школьники, изучающие химию, справляются с заданиями, извлекая недостающую информацию из анализа языковых выражений.

4) Можно заключить, что фундаментальное современное знание о принципах устройства и функционирования языковой системы (отношения между словом и понятием, многозначность слов и омонимия, языковая картина мира, семантические сети, механизмы лексического доступа, категориальные значения слов, законы сочетаемости слов и т. п.), нередко отходящее на второй план или вовсе исключаемое из курсов «Русский язык и культура речи» в пользу более прикладных аспектов, на самом деле является необходимым и практически востребованным при обучении студентов естественнонаучных специальностей в университете. Только с его помощью можно сделать «концептуальный переход» осознанным, а значит более эффективным.

5) Для успеха естественнонаучного образования, понимаемого как обучение молодых лю-

дей «думать и говорить, как ученые», у учащихся должны быть сформированы важнейшие лингвистические оппозиции:

а) между процессуальным и непроцессуальным значением;

б) между лексикой, описывающей внешний, физический мир, и обозначениями внутренних, ментальных процессов;

в) между конкретными и абстрактными именами;

г) между агентивными и неагентивными ситуациями и под.

Также должны быть с помощью преподавателя-филолога сформированы навыки лингвистического анализа, в частности наблюдения слова в контексте и использования контекстных «подсказок» для определения значения слова; «детектирования» оценочного значения и т. п.

Основу методики, обеспечивающей достижение указанных результатов в курсе «Русский язык и культура речи для нефилологов» должны составлять исследования по языку конкретных научных отраслей и специальные лексикографические продукты, подобные [Сидорова, Шматко, Певцов 2021]. Аналогичные знания и навыки должны в какой-то мере присутствовать у преподавателей естественнонаучных дисциплин, что может быть достигнуто посредством лингвистических курсов повышения квалификации.

6) Если у преподавателя-естественника проблемы с обучением студентов «думать и говорить, как ученые» могут быть обусловлены отсутствием лингвистических знаний, то у филологов, преподающих русский язык и культуру речи, часто страдают знания естественнонаучные. Наш эксперимент показал, что «трудности понимания» однотипных единиц специального языка (например, отглагольных существительных) могут иметь разные причины. Для того чтобы прогнозировать и устранять такие трудности, преподаватель русского языка должен быть знаком с концептуальной структурой научной области, в которой лежат профессиональные интересы обучаемых, ее лексико-грамматической основой и теми лингвистическими преобразованиями, которые требуются для построения картины

мира с позиций данной науки. Язык является инструментом когнитивного развития учащихся, и без должной степени погружения в мир изучаемой дисциплины этот инструмент вряд ли удастся точно настроить.

ЛИТЕРАТУРА

Павлов 2016 — Павлов И.П. Физиология и психология при изучении высшей нервной деятельности животных. В кн.: Павлов И.П. *Физиология. Избранные труды*. М.: Юрайт, 2016. С. 194–206.

Пентин 2010 — Пентин А.Ю. Построение естественнонаучных и математических моделей как лингвистическое преобразование. В кн.: *Лингвистический компонент обучения в средней школе: теория и практика*. 2010. С. 106–114.

Сидорова, Шматко, Певцов 2021 — Сидорова М.Ю., Шматко А.С., Певцов Д.Н. *Лексико-грамматическая основа общей и неорганической химии*. М.: Доброе слово и Ко, 2021. 289 с.

Aikenhead 1996 — Aikenhead G. S. Science education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*. 1996, (27): 1–52.

Bučková 2020 — Bučková A., Prokša M. The persistence of primary school students' initial ideas about acids and bases in the mental models of adults. *Chemical Education Research and Practice*. 2020, (22): 164–174.

Barke 2009 — Barke H.-D., Hazari A., Yitbarek S. *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*. Berlin: Springer-Verlag Heidelberg, 2009. 294 p.

Brown 2008 — Brown D.E., Hammer D. *International Handbook of Research on Conceptual Change: Conceptual Change in Physics*. New York and London: Routledge Taylor & Francis Group, 2008. P. 127–154.

Carlsen 2007 — Carlsen W. S. *Handbook of Research in Science Education: Language and science learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 2007. P. 57–74.

Cetin 2005 — Cetin A., Kaya E., Geban O. Facilitating conceptual change in acid-base concepts. In: *The British Educational Research Association Annual Conference*. University of Glamorgan, 2005.

Cink 2016 — Cink R.B., Song Y. Appropriating scientific vocabulary in chemistry laboratories: a multiple case study of four community college students with diverse ethno-linguistic backgrounds. *Chemical Education Research and Practice*. 2016, (17): 604–617.

Coburn 1997 — Coburn W.W., Aikenhead G.S. Cultural aspects of learning science. In: *The 1997 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching Scientific*. Chicago, 1997. P. 1–20.

Driver 1994 — Driver R., Asoko H., Leach J., Mortimer E., Scott P. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*. 1994, (7): 5–12.

Duit 1991 — Duit R. The constructivist view in science education — what it has to offer and what should not be expected from it. *Investigações em Ensino de Ciências*. 1991, (1): 40–75.

Halliday 1993 — Halliday M.A.K. Towards a language-based theory of learning. *Linguist Education*. 1993, (2): 93–116.

Horton 2007 — Horton C. Student alternative conceptions in chemistry. *California Journal of Science Education*. 2007, (2): 18–38.

Kind 2004 — Kind V. *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. 2nd Edition. School of Education, Durham University, UK, 2004. 84 p.

Lemke 1990 — Lemke J.L. *Talking Science: language, learning, and values*. Norwood, NJ: Ablex. 1990. 269 p.

Mulford 2002 — Mulford D.R., Robinson W.R. An inventory for alternate conceptions among first semester General Chemistry students. *Journal of Chemical Education*. 2002, (6): 739–744.

Posner 1982 — Posner G. J., Strike K. A., Hewson P. W., Gertzog W. A. Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 1982, (2): 211–227.

Solomon 1983 — Solomon J. Learning about energy: How pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*. 1983, (1): 49–59.

Stojanovska 2017 — Stojanovska M., Petruševski V.M. Investigating the presence of misconceptions of 8th grade students through multiple-choice questions at national chemistry competition tests. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. 2017, (2): 279–284.

Stojanovska 2012 — Stojanovska M., Soptrajanov B. T., Petruševski V.M. Addressing Misconceptions about the Particulate Nature of Matter among Secondary-School and High-School Students in the Republic of Macedonia. *Creative Education*. 2012, (5): 619–631.

Treagust 1988 — Treagust D.F. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*. 1988, (2): 159–169.

REFERENCES

Павлов 2016 — Pavlov I.P. Philology and psychology in the study of higher nervous activity of animals. In: Pavlov I.P. *Fiziologija. Izbrannye trudy*. Moscow: Iurait Publ., 2016. P. 194–206. (in Russian)

Пентин 2010 — Pentin A.Iu. Construction of natural science and mathematical models as a linguistic transformation. In: *Lingvisticheskii komponent obucheniia v srednei shkole: teoriia i praktika*. 2010. P. 106–114. (in Russian)

Сидорова, Шматко, Певцов 2021 — Sidorova M. Iu., Shmatko A. S., Pevtsov D. N. *Lexico-grammatical basis of general and inorganic chemistry*. Moscow: Dobroe slovo i Ko Publ., 2021. 289 s. (in Russian)

Aikenhead 1996 — Aikenhead G.S. Science education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*. 1996, (27): 1–52.

Bučková 2020 — Bučková A., Prokša M. The persistence of primary school students' initial ideas about acids and bases in the mental models of adults. *Chemical Education Research and Practice*. 2020, (22): 164–174.

Barke 2009 — Barke H.-D., Hazari A., Yitbarek S. *Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education*. Berlin:

Springer-Verlag Heidelberg, 2009. 294 p.

Brown 2008 — Brown D.E., Hammer D. *International Handbook of Research on Conceptual Change: Conceptual Change in Physics*. New York and London: Routledge Taylor & Francis Group, 2008. P. 127–154.

Carlsen 2007 — Carlsen W. S. *Handbook of Research in Science Education: Language and science learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 2007. P. 57–74.

Cetin 2005 — Cetin A., Kaya E., Geban O. Facilitating conceptual change in acid–base concepts. In: *The British Educational Research Association Annual Conference*. University of Glamorgan, 2005.

Cink 2016 — Cink R.B., Song Y. Appropriating scientific vocabulary in chemistry laboratories: a multiple case study of four community college students with diverse ethno-linguistic backgrounds. *Chemical Education Research and Practice*. 2016, (17): 604–617.

Coburn 1997 — Coburn W.W., Aikenhead G.S. Cultural aspects of learning science. In: *The 1997 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching Scientific*. Chicago, 1997. P. 1–20.

Driver 1994 — Driver R., Asoko H., Leach J., Mortimer E., Scott P. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*. 1994, (7): 5–12.

Duit 1991 — Duit R. The constructivist view in science education — what it has to offer and what should not be expected from it. *Investigações em Ensino de Ciências*. 1991, (1): 40–75.

Halliday 1993 — Halliday M.A.K. Towards a language-based theory of learning. *Linguist Education*. 1993, (2): 93–116.

Horton 2007 — Horton C. Student alternative conceptions

in chemistry. *California Journal of Science Education*. 2007, (2): 18–38.

Kind 2004 — Kind V. *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. 2nd Edition. School of Education, Durham University, UK, 2004. 84 p.

Lemke 1990 — Lemke J.L. *Talking Science: language, learning, and values*. Norwood, NJ: Ablex. 1990. 269 p.

Mulford 2002 — Mulford D.R., Robinson W.R. An inventory for alternate conceptions among first semester General Chemistry students. *Journal of Chemical Education*. 2002, (6): 739–744.

Posner 1982 — Posner G. J., Strike K. A., Hewson P. W., Gertzog W. A. Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 1982, (2): 211–227.

Solomon 1983 — Solomon J. Learning about energy: How pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*. 1983, (1): 49–59.

Stojanovska 2017 — Stojanovska M., Petruševski V.M. Investigating the presence of misconceptions of 8th grade students through multiple-choice questions at national chemistry competition tests. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. 2017, (2): 279–284.

Stojanovska 2012 — Stojanovska M., Soptrajanov B.T., Petruševski V.M. Addressing Misconceptions about the Particulate Nature of Matter among Secondary-School and High-School Students in the Republic of Macedonia. *Creative Education*. 2012, (5): 619–631.

Treagust 1988 — Treagust D.F. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*. 1988, (2): 159–169.

[хроники]

МГУ приглашает учителей и преподавателей русской словесности

Международный съезд учителей и преподавателей русской словесности состоится 1–3 ноября 2021 года в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова.

В рамках тематических научных направлений съезда прозвучат доклады и состоятся дискуссии, посвященные классической русской литературе и современности, преподаванию русского языка и русской литературы, родного языка и родной литературы в образовательном пространстве России. Не останутся в стороне и такие темы, как проблемы сохранения русской речевой культуры, преподавание русского языка и литературы в поликультурной среде, цифровизация образования, проблемы разработки учебников и словарей, положение русского языка за рубежом, деятельность профессиональных

объединений учителей русской словесности.

На съезде будет организована молодежная дискуссионная площадка «Учитель словесности: контуры профессии будущего», а также состоится расширенное совместное заседание двух федеральных учебно-методических объединений в системе высшего образования (ФУМО ВО) — «Языкознание и литературоведение» и «Образование и педагогические науки».

К участию в работе съезда приглашаются учителя, методисты, педагоги дополнительного образования, представители органов управления образованием, руководители образовательных учреждений, преподаватели русского языка и литературы высших учебных заведений, сотрудники музеев и библиотек, а также сотрудники издательств.