



**Воронов Михаил Владимирович**, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики факультета информационных технологий Московского государственного психолого-педагогического университета, г. Москва

## СИСТЕМА АКТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ САМОПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

Предложен проект разработки интеллектуализированной системы поддержки обучения, в основу построения которой положен технологический подход. Рассмотрение процессов освоения учебного материала как процессов технологических позволяет представленный в вербальной форме исходный учебный материал формализовать в виде связного графа фреймов, описывающих представленные в тексте концепты. Благодаря этому решение задач обучения сводится к автоматизированному формированию и реализации конструктивных процессов.

**Ключевые слова:** *система, знания, учебный процесс, граф, концепт, фрейм.*

Благодаря развитию вычислительной техники и компьютерных технологий созданы и постоянно пополняются многочисленные массивы научных, учебных и учебно-методических сведений, которые потенциально стали доступны всем и каждому в любом месте и в любое время суток. Казалось бы, «бери и учись»! Однако эта идиллия наталкивается на развивающееся противоречие между потребностью индивидуума решать всё более широкий спектр задач и трудностями, с которыми он сталкивается, пытаясь найти их решение в океане информации. Требуется провести содер-

жательный поиск ответов на массу вопросов: что и где искать, как связаны найденные сведения с решением поставленной задачи, как применить найденные технологии в данном конкретном случае и т.п. Именно поэтому содержательный поиск в телекоммуникационном пространстве нужных сведений связан с напряжённой и сложной мыслительной деятельностью, требует много времени и далеко не всегда оканчивается положительным результатом. У работников это обстоятельство приводит к некачественному решению поставленных задач, для студента — к формирова-



нию психологического барьера, снижению мотивации к обучению и, как следствие, не эффективности его подготовки.

Таким образом, для того чтобы в условиях лавинообразного нарастания и доступного, вообще говоря, объёма знаний найти нужные сведения и воспользоваться ими, требуется обладать всё более широким спектром знаний и навыками осознанной навигации в информационном море, а также достаточным уровнем мотивированности. Иначе говоря, информация есть, но как эффективно ею воспользоваться? В сфере образования реакцией на такую ситуацию является тенденция смещения центра тяжести исследований в сторону повышения эффективности использования достижений науки и техники в целом и информационных технологий в частности.

Обучение — творческая деятельность индивидуума, требующая приложения немалых усилий, чтобы осознанно воспринимать и осознавать учебный материал, осмысливать объективные связи между понятиями, формировать новые для себя умения и навыки. От обучаемого требуются умения самостоятельно мыслить, определять цели своего обучения и формулировать учебные задачи, выбирать рациональные приёмы и способы их решения, контролировать и оценивать свою работу — проявлять мыслительную активность. Важнейшее место в такого

рода интеллектуальной деятельности обучаемого занимает понимание учебного материала.

Понимание, как операция мышления, связана с усвоением нового содержания, включением его в систему устоявшихся идей и представлений. Для понимания характерно ощущение ясной внутренней связанности, организованности рассматриваемых явлений, причём это понимание достигается только на базе знаний и умений, уже добытых в предшествующие периоды жизни [1]. В педагогической науке часто делается акцент на том, что понимание есть психический процесс включения новой информации о чём-либо в пережитый опыт, в усвоенные ранее знания и постижение на этой основе смысла и значения события. По существу же это процесс установления связи неизвестного с уже известным, составление о чём-либо правильного представления [2]. Понимание — как творческая составляющая процесса обучения — при наличии эффективных технологий поиска и доставки знаний становится объектом всё более пристального внимания учёных и преподавателей.

Понимание получаемой индивидуумом информации реализуется в ходе взаимодействия когнитивных и мнемических процессов, направленных на установление смысловых связей между вводимой информацией и уже имеющимися у обучаемого базисными знаниями. Через такую связь раскрывается сущность предметного

содержания получаемых сведений, их смысл [3]. Именно в этой связи преподавателями часто произносятся слова: *основная задача занятия заключается не столько в сообщении информации, сколько в обучении оперировать имеющимися и вновь приобретаемыми знаниями*. Эффективно же оперировать знаниями можно только в том случае, если имеет место понимание соответствующей информации, вне понимания полноценный учебный процесс невозможен.

В чем причины непонимания учебного материала? Обычно называют самые различные из них. Это, в частности, внешнее несоответствие представлений между вводимой и встречавшейся ранее информацией (использование иных обозначений, терминов и различная их интерпретация), неспособность обучаемого перейти на иной (обычно более высокий) уровень обобщения и абстракции. Называют и некомфортную психологическую обстановку во время занятий (непонимание, связанное с проблемами умственного развития обучаемого, здесь не рассматривается).

Всё это так. Однако в основе непонимания, по нашему мнению, лежат «белые пятна» и логические лакуны в сознании обучаемого, что обуславливает формирование у него фрагментарной картины мира и, как следствие, трудности построения необходимых логических умопостроений. Следовательно, встаёт задача выявления этих пробелов у данного обучаемого, а затем построение логи-

ки действий по их устранению, которые при всех прочих равных условиях для каждого индивидуума могут быть разными. В подавляющем большинстве случаев решение этой задачи реализуется в ходе диалога обучаемого либо непосредственно с носителями знаний, либо опосредованно в процессе изучения материала, написанного ранее.

Несомненно, наиболее продуктивен персонифицированный прямой диалог. В прямом диалоге преподавателя с обучаемым реализуются процессы взаимодействия двух сознаний, в ходе которых происходит самоопределение, саморазвитие участников процесса обучения. В процессе общения происходит творческий диалог, когда существенную роль играют также и артистизм, и любопытство, и воображение. К сожалению, реализация индивидуального обучения в массовом порядке по экономическим соображениям крайне затруднена. По этой причине многие усилия современных преобразований в области образования направлены на активизацию самостоятельной работы обучаемого.

Здесь следует отметить одно крайне важное для последующего изложения обстоятельство: в ходе работы с текстами или с представленной в иной форме информацией также происходит диалог обучаемого с авторами этой информации. Однако в этом случае носители знаний занимают пассивную позицию, поскольку, применив свои педагогические



приёмы, высказали все свои суждения ранее, при написании текста. Обучаемый же, повторяя прочтение написанного, может лишь ещё раз «услышать» одно и то же мнение автора. При этом, не чувствуя активности со стороны преподавателя, обучаемый попадает в ситуацию, требующую от него дополнительной силы воли и интенсивных интеллектуальных усилий. К сожалению, эти обстоятельства становятся барьером для многих обучаемых, так что, оказываясь наедине с учебниками, они становятся не готовыми к исполнению этой своей роли. Здесь появляется идея активизировать роль автора учебного материала. Это удаётся в известной мере осуществить, если за счёт анализа деятельности обучаемого будут выяснены истоки его незнаний, а затем обоснованы и предложены пути их устранения.

Следует заметить, что для эффективного управления процессом обучения совершенно необходима оценка уровня понимания учебного материала, то есть представление о том, какой уровень понимания достигнут обучаемым. К сожалению, понимание как педагогическая категория не определена операционально, и преподаватель вынужден определять уровень освоения материала интуитивным путём, подбирая, например, систему вопросов и анализируя ответы на них. А как быть при отсутствии живого контакта с преподавателем?

По нашему мнению, именно повышение активности взаимодействия

обучаемого с умным, добрым и требовательным, но виртуальным преподавателем — магистральный путь развития технологий образования, и в первую очередь самоподготовки. Роль виртуального преподавателя при этом должна выполнять **интеллектуализированная система поддержки обучения** (ИСПО), обладающая способностью выявлять узкие места знаний обучаемого и рекомендовать рациональные шаги на пути к их устранению.

Из изложенного выше следует, что для создания эффективной интеллектуализированной системы поддержки обучения необходимо обеспечить, как минимум, решение следующих задач:

- научиться превращать исходный учебный материал в достаточной мере структурированную компьютерную базу знаний;
- разработать технологию выявления у обучаемого «здесь и сейчас» пробелов знаний и их структуру;
- построить экспертную систему, которая сможет поддерживать целенаправленный диалог виртуального преподавателя с обучаемым.

Рассмотрим предлагаемые подходы для решения некоторых из этих задач.

Структуризацию исходного учебного материала и построение соответствующей базы знаний предлагается осуществлять в рамках техно-



логического подхода [4]. Замечено, что любой процесс обучения может интерпретироваться как технологический процесс освоения данным индивидуумом соответствующей учебной программы. Чтобы подчеркнуть, что технологические процессы рассматриваются здесь в самом широком смысле, дадим следующее определение: *под технологией понимаем знания о том, как преобразовать конкретно данное (исходное) в требуемое (результатирующие)*. Например, совокупность знаний о способах и средствах проведения учебно-воспитательного процесса можно назвать технологией учебного процесса. Именно такая интерпретация концепта «технологический процесс» представляется перспективной для решения задач формализации образовательных технологий.

Традиционной формой представления технологий (технологических знаний) по праву можно считать словесно-текстовый подход. Это представление выражается языком, на котором разговаривает данный специалист и который используется, в частности, для описания технологических процессов в соответствующих регламентах. Регламент, по сути, является инструкцией, в которой описываются все процессы с учётом участия человека, всех приборов (станков, приспособлений) и материалов, а также определяются действия персонала по управлению данным технологическим процессом. Основным преимуществом такого рода описаний явля-

ется гибкость в выражении речевыми средствами любых особенностей технологического процесса. Однако вербальное представление технологии обуславливает существенные трудности формализации описания воспроизведения соответствующих действий и, как следствие, эффективное использование вычислительной техники. Кроме того, отсутствие единого жёсткого стандарта для описания структуры деятельности создаёт определённые трудности в общении и во взаимопонимании между специалистами различных профессиональных групп. Существующие же разнообразные описания, принятые в различных отраслях, зачастую являются либо слабо формализованными, либо вовсе не формализованными, что, несомненно, затрудняет возможность оперировать ими, даже при использовании средств компьютерной поддержки. Скорее всего, это трудности данного этапа развития цивилизации, и в дальнейшем они во все большей степени будут преодолеваются. Но в настоящий момент отсутствие формализованной структуры описания деятельности является серьёзной преградой на пути существенного повышения эффективности применения вычислительной техники.

Формально любой процесс  $TP_i$  может быть записан, например, в виде следующей совокупности множеств:

$$TP_i = \langle TD_p, X_p, Y_p, U_i \rangle (1)$$

где  $X_i$  — множество входных компонентов (участников процесса), кото-



рые при условиях  $U_i$  обеспечивают в ходе технологического действия  $TD_i$  получение результата  $Y_i$ .

Конкретно представленное описание может быть весьма сложным для восприятия обучаемым. В этом случае целесообразно декомпозировать его на упорядоченную совокупность составляющих его подпроцессов. Отметим, что речь идёт о разбиении данного технологического действия на упорядоченную последовательность действий как процессов, его составляющих. Последние в свою очередь могут быть разложены на составляющие их ещё более простые процессы, и каждый из них представляется в виде (1). Такое разбиение на подпроцессы целесообразно продолжить до тех пор, пока все составляющие не станут, с точки зрения автора, понятны обучающемуся. Именно так обычно и построены учебные курсы.

Если такого рода декомпозицию провести для рассматриваемого учебного материала, то его можно представить в виде конструктивного объекта, на базе которого и предполагается построение собственно ИСПО. Таким образом, центральным звеном решения первой из сформулированных задач является преобразование представленного в вербальном виде технологического процесса (независимо от уровня детализации!) в упорядоченную совокупность формальных моделей вида (1).

Человек, как существо разумное, отображает наблюдаемый (или мыслимый) мир с помощью языка, основ-

ная задача которого — установление соотношения концептуального содержания мира и типового отображения его в звучание и/или написание. Среди знаковых отображений в целях нашего исследования целесообразно выделить предложение — основную единицу связного текста (речи), несущего в совокупности составляющих его слов как смысловую, так и структурную нагрузку. Заметим, что каждое технологическое действие обычно и описывается в форме некоторого повествовательного предложения. По этой причине декомпозировать подлежащий формализованному описанию технологический процесс (как сложное целенаправленное действие) желательно до отдельных предложений.

С позиций технологического подхода основной единицей смысла повествовательного предложения выступает пропозиция. Она, представляя собой базовый способ «упаковки» информации, может рассматриваться как модель описываемого предложением содержания, поскольку отражает суть события (действия, ситуации...). Структурно пропозицию составляет предикатное выражение, то есть предикат с определённым количеством взаимосвязанных участников действия: актантами (предметными распространителями предиката) с их ролями и характеристиками, а также сирконстантами, обозначающими разнообразные обстоятельства описываемого действия (непредметными распространителями предиката).

В предложении роль предиката выполняет, как правило, глагол (или отглагольное существительное, образованное от глагольной основы и обозначающее опредмеченное действие). В силу этого факта глагол, характеризуя описываемую в предложении целевую активность, является основным его содержательным элементом. Именно глагол, часто в повелительном наклонении, выступает в виде ядра рассматриваемого технологического действия. Все остальные представленные в предложении концепты лишь детализируют, уточняют и конкретизируют данное действие. Поэтому-то центральное место в проблематике формализованного описания технологических процессов и должны занимать вопросы моделирования собственно концептов действий.

В структуре пропозиции текста (предложения) за предикатом признают ведущую роль уже многие современные исследователи, поскольку именно он однозначно указывает на определённый тип отношения между сущностями. Более того, семантическое ядро каждого высказывания определяет глагол. Недаром говорят, что в предложении нет подлежащего, дополнения, обстоятельства, если нет сказуемого [5].

Известно, что глагол, хотя и является самой сложной частью речи, как лексико-грамматическая единица обладает очень малой семантической нагрузкой [6]. Поэтому в описаниях технологических процессов именно концепты-действия в наиболь-

шей степени контекстно-зависимы. Следовательно, при конкретном описании технологического процесса для каждого глагола требуется отражать его текущее (актуальное для данного описания рассматриваемой технологии места) смысловое содержание. Этим и обусловлена основная трудность формализации описания собственно действия, описываемого в конкретном предложении.

Представляется целесообразным принять во внимание свойство валентности слов, понимаемое как их способность вступать в синтаксические связи с другими словами. В частности, глагол обладает активной валентностью, то есть он имеет ряд позиций, которые в зависимости от ситуации должны занимать другие члены предложения (подлежащее, прямые и косвенные дополнения и др.). Этим словам (актантам), как подчинённым глаголу, присуща пассивная валентность: они входят в сочетания с предикатами (предикатными компонентами), образуя их окружения. Именно этим и обусловлена семантически господствующая роль предикатного компонента в том или ином сочетании и семантически подчинённая роль предметного (непредикатного) компонента [7].

Приведём такой пример высказывания, описывающего действие: «Человек открывает ключом дверь». Здесь семантическим предикатом выступает глагол открывать. В соответствии с его валентностью необходимо указать как минимум три ком-



понента: субъект — *кто открывает* (в нашем примере это человек), объект — *что открывает* (в нашем примере это дверь), дополнение — *чем открывает* (в нашем примере — ключом). Отметим, что в ином контексте состав актантов часто сохраняется или увеличивается, только изменяются их сущности. Сравните с фразой: «Дежурный открывает движение по станции».

Актанты замещают предмет действительности, который они призваны идентифицировать (выполняют свою денотирующую функцию). Тем самым значение, например субъекта, становится столь прозрачно, что сквозь него просвечивается денотат [8]. Именно поэтому для всех слов, описывающих предметы, уже построены достаточно адекватные модели формирования баз предметных понятий.

С предикатами ситуация существенно сложнее, поскольку их интерпретация в данном предложении в существенной мере определяется как составом словарного окружения предикатных слов, так и отношением между этими словами. Для моделирования предикатов предлагается воспользоваться их ведущей ролью в предложении. При этом, что важно, отношения идентифицируются вопросами, которые ставятся, отталкиваясь от ведущего слова, к подчинённому ему слову. Таким образом, отталкиваясь от предиката, можно сформировать всю совокупность слов в предложении и отношений между ними.

Суть предлагаемого метода заключается в реализации конструктивизации процесса перевода предложения, описывающего рассматриваемый элементарный (для данного уровня декомпозиции) технологический подпроцесс, в соответствующую совокупность специализированных фреймов (для каждого слова свой фрейм) — основных кирпичиков для построения формальной модели представления знаний о технологических процессах.

Пусть выбран (имеется в вашем распоряжении) представленный в вербальном виде некий учебный и учебно-методический материал. Как правило, он представляет собой упорядоченную совокупность простых предложений (встречающиеся в тексте сложные предложения всегда можно разложить на более простые), каждое из которых следует представить в формализованном виде. С точки зрения построения модели технологического действия каждое такое предложение:

- или вводит новый объект рассмотрения. В этом случае необходимо зафиксировать этот объект в базе знаний об объектах данной области знаний в виде построения его формализованного представления (фрейма). Один из способов автоматизированного пополнения базы объектов ранее нами разработан [9];
- или описывает конкретное технологическое действие. Требу-





ется зафиксировать это слово (как правило, глагол) в базе действий данной области знаний в виде специального формализма, отображающего его как концепт действия [10];

- или описывает свойства (или условия) одного из уже введённых объектов или действий. В этом случае требуется пополнить описание соответствующего концепта этими новыми сведениями.

Таким образом, каждое предложение, описывающее элементарный процесс (целенаправленное действие), есть совокупность концептов, структура которой условно представлена на рисунке 1.

В связи с принципиально различной ролью встречающиеся в предложениях слова (обозначающие объекты и их действия) разделяем на две основные группы. К первой отнесём предикативные концепты (концепты действий), которые описывают отдель-

ные технологические действия и выражаются, как правило, различными глагольными формами. Совокупность всех встретившихся в тексте концептов действий составит базу концептов действий данной предметной области. Важно подчеркнуть, что суть технологического подхода к структуризации учебного материала заключается в том, что именно концепты действия выступают в роли признака декомпозиции, так как рассматриваемое действие разбивается на составляющие его содержательные действия.

Ко второй группе отнесём все остальные, главным образом предметные и признаковые концепты. Совокупность такого рода концептов составит базу предметных концептов. Каждый её компонент, участвующий в реализации конкретного технологического действия, относится либо к базовому (исходному для данного учебного курса понятию), либо выступает результатом другого, «предыдущего» технологического действия.

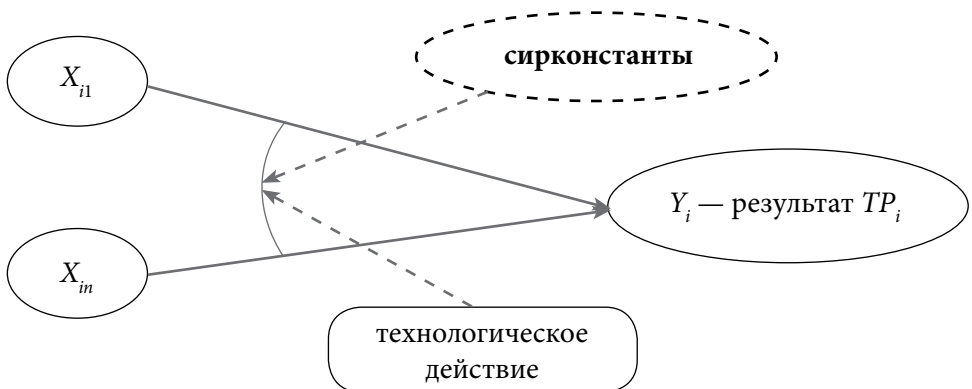


Рис. 1. Структура элементарного технологического действия



Важно отметить, что по мере построения формализмов для встречающихся в предложениях слов, представленных в виде фреймов, формируются и связи между ними. Для этого можно поступать следующим образом. Например, для описывающего действие слова использовать соответствующий протофрейм. В его слотах-именах записаны все встречавшиеся с данным глаголом отражающие отношения вопросы, в которых он встречался (в том числе и в рассматриваемом предложении) с иными концептами, а в слотах-значениях — соответствующие акторы. При рассмотрении конкретного действия, о котором идет речь в данном предложении, формируется фрейм-экземпляр, слоты которого заполняются с учётом соответствующего протофрейма. Если в предложении оказываются ранее не встречавшиеся отношения, то они вводятся в оба фрейма. Тем самым каждый фрейм-экземпляр отображает структуру и содержание описанного в данном предложении технологического процесса (см. рис. 1).

Базу предметных концептов образуют соответствующие фреймы. В каждом из них фиксируются использованные при передаче содержания рассматриваемого предложения сведения (в первую очередь сноски на соответствующее технологическое действие и протофрейм данного объекта). Подобно вышеописанному, для каждого из встречавшихся объектов формируется свой протофрейм, в котором

накапливаются сведения о данном объекте.

Тем самым по мере формализации отдельных предложений исходного текста будет формироваться объединяющая построенные фреймы в единый граф модель. Эта модель, как совокупность объединённых фрагментов, подобных представленным на рисунке 1, отображает связанные между собой отдельные технологические действия и участвующие в них объекты (акторы). Вот этот граф и представляет собой формальное структурированное представление исходного учебного текста. Совокупность построенных таким образом формализмов обеспечивает возможность не только решать необходимые навигационные задачи, но и эффективно поддерживать большинство задач собственно обучения (ознакомление с новыми элементами знаний, усвоение логики связи между элементами знаний, выявление и устранение возникающих конкретных затруднений, организация самоподготовки, контроль знаний и т.п.). Опишем некоторые из них.

Рассмотрим одну из наиболее часто встречающихся ситуаций применения ИСПО. Пусть, ознакомившись с предложенной задачей (вопросом), обучающийся по каким-то причинам не может её решить. Обычно попавший в затруднительную ситуацию обучаемый не может определить, где находится и в чем состоит первопричина такой ситуации (повторное



чтение описанного в учебном материале способа решения не часто приводит к положительному результату). Это может быть причиной незнания (одного или целой цепочки фрагментов знаний), образовавшегося, возможно, на протяжении разных этапов образовательной деятельности данного обучающегося.

Как следует из вышеизложенного, структура решения любой задачи может рассматриваться как обобщённая схема реализации соответствующей технологии, которая представлена на рисунке 1. Истинное знание, обуславливающее возможность решения поставленной задачи, обычно требует знания всех её составляющих и связей между ними. Поэтому ИСПО, начиная с конечного (или обобщённого) технологического действия, ведёт обучающегося «вниз» по построенному графу и, проводя при этом тестирование, выявляет все неизвестные для него фрагменты знаний, владение которыми необходимо для решения поставленной задачи. Формально это соответствует построению на графе актуального «пути незнания». Этот процесс заканчивается одной из двух ситуаций. Первая: среди выявленных фрагментов имеются те, которыми обучаемый должен владеть перед тем, как приступить к освоению данного курса (у него не хватает базовых знаний). В этом случае ему необходимо обратиться к освоению других, так называемых входных, курсов или некоторых их разделов. Вторая: все выделенные «оконечные» неосво-

енные фрагменты знаний содержат компоненты, которыми обучаемый владеет. Это означает, что обучаемый столкнулся с одним из исходных фрагментов своего незнания. Места такого типа выступают в качестве исходных точек для последующего движения по графу вверх. Поскольку пути незнания построены, система имеет возможность формировать рациональную траекторию устранения выявленных у обучающегося незнаний. Важно отметить, что результативность этого «движения вверх» (процесса освоения данной части курса) обеспечивается в первую очередь за счёт конструктивности этого движения.

Несомненно, движение по структурированному графу знаний может содержать возвращения, повторы, обнаружение новых неосвоенных фрагментов знаний. Чтобы такого рода путь приводил к позитивному результату, ИСПО должна содержать экспертную подсистему, которая, базируясь на анализе результатов мониторинга действий обучающегося, предлагает наиболее подходящие для него в данной ситуации шаги. Более того, по мере использования эта система адаптируется (настраивается) именно на данного пользователя, что, кстати, может существенно повысить уровень его мотивации к обучению.

В этом плане ИСПО целесообразно снабдить и способностью учитывать «прилежность» обучающегося, его стремление осваивать материал должным образом и на основе анализа



такого рода информации стремиться «не выпускать» пользователя (конечно, в известной мере) до тех пор, пока он не решит данную частную задачу или не выявит новых фрагментов своего незнания.

Разработку и применение такого рода компьютерных системы активной поддержки пользователя целесообразно начинать при формировании информационных сред самоподго-

товки студентов, а также при использовании дистанционных схем организации обучения, базирующихся на имеющемся качественном учебно-методическом материале. В дальнейшем могут быть разработаны дополнительные процедурные механизмы активного взаимодействия компьютерной системы с обучаемым, практически во всём спектре возможных образовательных ситуаций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю.* Педагогический словарь: Для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2003.
2. *Иванова С.С.* Развитие понимания текста младшими школьниками через театрализованную деятельность // Молодой ученый. — 2011. — № 1. — С. 207–208.
3. *Калмыкова З.И.* Понимание школьниками учебного материала // Вопросы психологии. — 1986. — № 1. — С. 87–94.
4. *Воронов М.В.* Разработка методов формализации знаний (технологический подход): монография. — М.: Изд-во СГУ, 2016.
5. *Теньер Л.* Основы структурного синтаксиса: Пер. с франц. — М.: Прогресс, 1988.
6. *Есперсен Отто.* Философия грамматики — М.: Иностранная литература, 1958.
7. *Прияткина А.Ф.* Русский язык: Синтаксис осложнённого предложения. — М.: Изд-во «Высшая школа», 1990.
8. *Арутюнова Н.Д.* Предложение и его смысл: Логико-семантические проблемы. / АН СССР. Ин-т языкознания. — М.: Наука, 1976. — С. 5–20.
9. *Антонов И.В., Воронов М.В.* Метод построения онтологии предметной области // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. — Серия 1. Естественные и технические науки. — 2010. — № 2. — С. 28–32.
10. *Воронов М.В., Письменский Г.И.* Система поддержки процессов самоподготовки / Труды / МНПК «Информатизация образования–2016», 14–17 июня, г. Сочи. — М.: Изд-во СГУ, 2016. — С. 207–223.