УДК 37.016: 53
ББК В3р
DOI 10.26170/po20-06-14
ГРНТИ 14.35.09
Код ВАК 13.00.02

Ланкина Маргарита Павловна,
доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры общей, прикладной и медицинской физики, Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского; 644077, Россия, г. Омск, пр-т Мира, 55а; e-mail: margarita_lankin@mail.ru

Левенко Ольга Евгеньевна,
кандидат педагогических наук, учитель физики, руководитель кафедры физики, лицей № 64; 644010, Россия, г. Омск, ул. Чкалова, 3; e-mail: LevenkoOE@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ УМЕНИЯ ПОНИМАТЬ УСЛОВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ПРОЦЕССЕ ИХ РЕШЕНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: формирование умений; физические задачи; условия физических задач; решение задач; дидактические модели; когнитивный подход; семантический подход; лингвистический подход; уровни сформированности; студенты; методика преподавания физики; методика физики в вузе.

АННОТАЦИЯ. В статье обсуждается проблема: как формировать у студентов вуза умение понимать условия физических задач. Цель исследования – обоснование методики обучения студентов умению понимания условий физических задач в процессе их решения. Методологической основой исследования являются подходы: системный, компетентностный, семантический, когнитивный и лингвистический. Психолого-педагогическими основаниями построенной дидактической модели являются теории учебной деятельности, развивающего обучения, решения учебных физических задач. Использована система теоретических и эмпирических методов исследования.
Описана дидактическая модель формирования у студентов исследуемого умения, содержащая целевой, дидактический и методический блоки. Представлены структура исследуемого умения, средства и способы его формирования. Изложены ход и результаты педагогического эксперимента, доказывающие эффективность разработанной методики на уровне высшего профессионального образования.
Новизна полученных результатов заключается в адаптации дидактической модели и методики формирования умения понимать условия физических задач к уровню высшего профессионального образования (материал общего курса физики). Значимость результатов для науки и практики заключается в обосновании специального обучения студентов умению понимать условия физических задач, доказательстве его положительной связи с успешностью решения задач и усвоения материала курса физики в целом; в расширении системы средств и способов обучения исследуемому умению, разработке соответствующих методических материалов.
В результате проведенного исследования удалось показать, что разработанная О. Е. Левенко для средней школы методика формирования умения понимать условия физических задач эффективна и на уровне высшего профессионального образования, в процессе обучения студентов общему курсу физики, при условии расширения системы средств обучения и способов совместной деятельности студентов и преподавателя.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ланкина, М. П. Формирование у студентов умения понимать условия физических задач в процессе их решения / М. П. Ланкина, О. Е. Левенко. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2020. – № 6. – С. 122-129. – DOI: 10.26170/po20-06-14.

Lankina Margarita Pavlovna,
Doctor of Pedagogy, Associate Professor, Professor of Department of General, Applied and Medical Physics, Omsk State University named after F.M. Dostoevsky, Omsk, Russia

Levenko Olga Evgenievna,
Candidate of Pedagogy, Physics Teacher, Head of the Physics Department, Lyceum No. 64, Omsk, Russia

FORMATION OF STUDENTS ABILITY TO UNDERSTAND THE CONDITIONS OF PHYSICAL PROBLEMS IN THE PROCESS OF THEM SOLUTION

KEYWORDS: formation of skills; physical tasks; conditions for physical problems; solving problems; didactic models; cognitive approach; semantic approach; linguistic approach; levels of formation; students; methods of teaching physics; physics methodology at the university.

ABSTRACT. The article discusses the problem: how to form in university students the ability to understand the conditions of physical problems. The purpose of the study is to substantiate the methodology for teaching students the ability to understand the conditions of physical problems in the process of solving them. The methodological basis of the research is the following approaches: systemic, competence, semantic, cognitive and linguistic. The psychological and pedagogical foundations of the constructed didactic model are the theory of educational activity, developing learning, solving educational physical problems. A system of theoretical and empirical research methods was used.
The didactic model of the formation of the studied skill in students is described, containing target, didactic and methodological blocks. The structure of the studied skill, means and methods of its formation are presented. The course and results of the pedagogical experiment, proving the effectiveness of the developed methodology at the level of higher professional education.

The novelty of the results obtained lies in the adaptation of the didactic model and methodology for the formation of the ability to understand the conditions of physical problems to the level of higher professional education (material of the general course of physics). The significance of the results for science and practice lies in the substantiation of special teaching of students to the ability to understand the conditions of physical problems, proof of its positive connection with the success of solving problems and mastering the material of the course of physics in general; in expanding the system of means and methods of teaching the studied skill, the development of appropriate teaching materials.
As a result of the study, it was possible to show that the methodology for the formation of the ability to understand the conditions of physical problems, developed by O. E. Levenko for secondary school, is also effective at the level of higher professional education, in the process of teaching students a general course of physics, subject to the expansion of the system of teaching aids and methods of joint activity students and teacher.

FOR CITATION: Lankina, M. P., Levenko, O. E. (2020). Formation of Students Ability to Understand the Conditions of Physical Problems in the Process of them Solution. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 6, pp. 122-129. DOI: 10.26170/po20-06-14.

Введение. Несколько последних поколений Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования разработаны в рамках идеологии компетентностного подхода. Микроструктурный анализ когнитивного и интегративно-деятельностного компонентов компетенции приводит нас к выводу, что их необходимой составляющей является понимание студентом содержательной и процессуальной сторон будущей профессиональной деятельности. Поскольку профессиональная исследовательская деятельность имеет задачную структуру, то для студентов физического факультета классического университета – будущих физиков-исследователей и преподавателей-исследователей – играет принципиально важную роль умение понимать условия физических задач (далее – УПУФЗ) в процессе их решения. Наши исследования уровня сформированности УПУФЗ у студентов младших курсов позволили сделать вывод о его недостаточности для успешного решения задач и освоения курса физики в целом. Недостаточный уровень усвоения студентами общего и теоретического курсов физики влечет за собой дефекты в освоении содержательной и процессуальной сторон профессиональной деятельности по выбранной проблематике физического или методического исследования. Таким образом, проблема формирования УПУФЗ в процессе их решения является актуальной не только на уровне общего среднего [10, с. 3-4], но и на уровне высшего профессионального образования.

Целью нашего исследования является научное обоснование методики обучения студентов умению понимания условий физических задач.

Обзор литературы. Многие авторы психолого-педагогических и методических публикаций исследуют понимание учебного материала как процесс (или часть процесса) и как результат, выявляя условия достижения понимания предметного содержания [5; 6; 7; 13 и др.], классифицируя типы и уровни (степени, стадии, фазы) понимания на материале различных дисциплин – математики [3-8; 11; 12], русского и иностранных языков, элементарной физики [1; 2; 10]. Однако на материале университетского общего курса физики проблема понимания в методической литературе не рассматривается.

Так, в психолого-педагогической литературе выделяются три основных подхода к трактовке понимания в образовательном процессе [8, с. 99].

Первый – дидактический, с точки зрения которого понимание выступает звеном цепочки усвоения: восприятие, понимание, осмысление, обобщение, закрепление, применение.

Второй – линейно-когнитивный, предложенный Б. Блумом, который включает понимание в таксономию учебных целей: знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка [14]. Для уровня понимания у Блума предполагаются индикаторы трех категорий: перевод (например, представить текстовое условие задачи в виде математического выражения), интерпретация (например, отсортировать формулы, выражающие физические законы, от формул, определяющих физические величины), экстраполяция (например, получить следствие теоремы Нернста). Однако при попытке разработать систему заданий, выявляющих понимание «по Блуму», возникают затруднения, вызванные взаимозависимостью действий интерпретации, экстраполяции, объяснения и применения знаний. Поэтому мы согласны с позицией М. Е. Бершадского, который критикует подход Блума за недостаточную операциональность [2, с. 67-68]. Отметим, что таксономия учебных целей Блума была доработана Л. Андерсоном и Д. Кратволем [15; 16]. Они расширили и углубили трактовку понимания, предложив другую структуру индикаторов этого уровня: интерпретация, приведение примеров, сравнение, классификация, обобщение, умозаключение, объяснение. Такие уточнения, на наш взгляд, приближают таксономию Блума к третьему подходу к трактовке понимания, обеспечивая возможность четче сопоставить индикаторам выявляющие задания и в целом построить способ диагностики понимания.

© Ланкина М. П., Левенко О. Е., 2020

Третий подход – целостный, которого придерживаются М. Е. Бершадский, научная школа Э. К. Брейтигам и др. [1-8]. Понимание рассматривается как «процесс и результат раскрытия, усвоения основной идеи, сущности понятия, факта, явления, закона, установление связей с уже имеющимися знаниями, включение нового содержания в смысловую сферу личности» [8, с. 100]. Нам представляется наиболее аргументированным третий подход к трактовке понимания, так как любая поисковая когнитивная схема реализуется через цепочку умозаключений.

Понимание как целостный процесс и результат усвоения учебного материала делится М. Е. Бершадским на четыре фазы – предпонимание, генетическое, структурное и системное понимание [2, с. 79-82]. Э. К. Брейтигам предлагает уточненную классификацию понимания и по глубине, полноте, отчетливости и обоснованности выделяет следующие пять фаз: актуализации личностного опыта и мотивации, узнавания и воспроизведения новой информации, генетического понимания, структурного понимания, системного понимания [8, с. 103]. Такая классификация удобна для характеристики понимания обучающимися теоретического материала.

Мы рассматриваем понимание с системно-деятельностных позиций и в применении к одному из видов практической деятельности – УПУФЗ в процессе их решения. Поэтому, в соответствии с особенностями учебного материала, с которым мы работаем, – физических задач, и с целью нашего исследования, нам представляется более операциональной система уровней сформированности УПУФЗ, разработанная О. Е. Левенко. Для двух видов результатов освоения умения, различающихся по общности содержания деятельности – метапредметного и предметного, определяются по три уровня сформированности умения – высокий, базовый и низкий, выделенные по самостоятельности, полноте и осознанности выполнения действий. Для каждого уровня описываются признаки – наблюдаемые действия обучающихся [10, с. 17-19].

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования являются, в порядке понижения общности: системный подход; компетентностный подход; семантический, когнитивный и лингвистический подходы. Психолого-педагогическими основаниями построенной нами дидактической модели являются теории учебной деятельности, развивающего обучения, решения учебных физических задач.

В ходе исследования применялись следующие методы:

– теоретические: выявление теоретических оснований и моделирование и разработка методики обучения физике в высшей школе; формулирование гипотез; теоретическое обобщение; интерпретация результатов;

– эмпирические: сбор научных фактов (изучение публикаций по проблемам дидактики высшей школы, контент-анализ общего курса физики, рефлексия и анализ собственной педагогической деятельности, изучение опыта работы преподавателей физики вузов, анкетирование, тестирование, документальное наблюдение, дидактический эксперимент); систематизация и обобщение педагогических фактов; статистические методы обработки результатов эксперимента.

Результаты исследования. В исследовании формирования у студентов УПУФЗ мы применили **дидактическую модель**, построенную О. Е. Левенко в кандидатской диссертации [10, с. 11-12] и адаптированную для ступени высшего профессионального образования. Она включает целевой, дидактический и методический блоки. **Целевой блок** модели обусловлен заказом общества – потребностью в выпускниках университетов, способных к саморазвитию и самореализации. Социальный заказ представлен в нормативных документах системы высшего профессионального образования (Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, профессиональные стандарты, примерные основные образовательные программы). **Дидактический блок** модели включает структуру УПУФЗ, разработанную с позиций семантического, когнитивного и лингвистического подходов в рамках универсальной компетенции системного и критического мышления, а также общепрофессиональной компетенции применения фундаментальных знаний в области физики для решения научно-исследовательских задач. Для метапредметного и предметного результатов освоения исследуемого умения выделены уровни его сформированности – высокий, базовый, низкий. **Методический блок** модели содержит описание средств и способов формирования и диагностики исследуемого умения, прогнозируемых результатов обучения.

Наши наблюдения и опрос студентов позволили выявить типичные причины затруднений студентов, приступающих к решению физической задачи: 1) незнание физических терминов, неумение устанавливать кратные и разностные соотношения; 2) неумение выделять нужную информацию и зависимость искомой величины от величин, данных в задаче; 3) неумение переводить с «бытового» языка на физический; неумение работать с информацией, представленной в

графической форме, а также невнимательность. Выяснилось, что затруднения студентов аналогичны затруднениям школьников, возникающим при анализе условия задачи. Поэтому для их преодоления уместно использовать подходы, предложенные в диссертации О. Е. Левенко, – семантический, когнитивный и лингвистический.

Компоненты УПУФЗ представлены следующим образом.

С семантическим подходом связаны: знание терминов и основных понятий, умение раскрывать смысл отдельных слов. Эта общепредметная компетенция конкретизируется в предметных компетенциях в составе исследуемого умения [10, с. 14].

С когнитивным подходом сопоставляются: умение выяснять смысл текста условия задачи, знание основ учебного предмета. Соответствующие предметные компетенции перечислены в [10, с. 14].

С лингвистическим подходом соотносятся: «умение переформулировать текст своими словами; умение отвечать на поставленные к тексту вопросы; знание различных форм представления информации; умение формализовать условие задачи; умение выполнить рисунок, схему, график, соответствующие тексту задачи» [10, с. 15].

Для формирования у студентов УПУФЗ используются ранее предложенные О. Е. Левенко **средства**, разработанные с позиций семантического, когнитивного и лингвистического подходов [10, с. 13-14]. Кроме того, считаем необходимым для студентов добавить к перечисленным средствам обучения еще два: в рамках когнитивного подхода – методологический справочник (включает логические и эвристические приемы, методологические принципы, используемые при построении физических моделей и в решении задач); в рамках лингвистического подхода – банк упражнений по кодированию и раскодированию условий задач.

Приведем примеры двух указанных средств обучения.

1. Элементы методологического справочника.

– В механике для описания абсолютно упругого удара о стенку, в электростатике для описания взаимодействия точечного заряда и бесконечной проводящей плоскости используем метод зеркального отражения / метод электрических изображений.

– Динамика, задачи с блоками: используем метод элементарных перемещений.

– Задачи с движущимися объектами: используем переход в движущуюся систему отсчета.

– Кинематика, динамика. Задачи на криволинейное и вращательное движение – используем принцип суперпозиции движений (поступательное + поступательное, поступательное + вращательное, вращательное + вращательное).

– Термодинамика: дана система в стационарном, но не равновесном состоянии – используется элементарный анализ (мысленное деление объекта на части), реляционно-логический анализ (описание частей) и последующий синтез. Применяется принцип суперпозиции.

– Электродинамика: дан протяженный заряженный объект произвольной формы – для нахождения характеристик его электрического поля используем принцип суперпозиции (элементарный анализ, реляционно-логический анализ, синтез); дано произвольное распределение токов – для нахождения характеристик магнитного поля также используем принцип суперпозиции.

– Электродинамика: дана симметричная заряженная система – для нахождения напряженности электрического поля используем теорему Гаусса; дано симметричное распределение токов проводимости – для нахождения напряженности магнитного поля используем теорему о циркуляции H.

– При описании колебаний: пренебрежение величинами второго и более порядков малости.

– Экспериментальные задачи с нелинейной зависимостью величин: осуществляем переход к обратным величинам и использование логарифмической шкалы.

– Задачи-оценки: используем метод составления моделей процесса или объекта.

– Рассмотрение предельных случаев (стремление характеристик объекта или процесса к предельному значению, поиск малого параметра, разложение выражения в ряд по степеням малого параметра).

– Поиск инвариантов среди характеристик объекта или процесса, описанного в задаче (например, поиск точек с равными потенциалами в схемах электрических цепей).

– Моделирование объектов: представление сложного объекта в виде суперпозиции простых, поддающихся описанию; в задачах с бесконечными цепочками объектов – удаление или добавление одного объекта не изменяет свойств всей цепочки.

2. Примеры упражнений по раскодированию условия задачи:

– Определить, какая из приведенных кратких записей соответствует условию задачи: определить работу газа в политропическом процессе, проводимом с идеальным газом при увеличении его объема в n раз.

а) $C = const$, $V_1/V_2 = n$; A-?

б) $C_p = const$, $V_2/V_1 = n$; A-?

в) $C_v = const$, $V_1/V_2 = n$; A-?

г) $C = const$, $V_2/V_1 = n$; A-?

– Выберите правильную запись кратко-

го условия задачи: между двумя большими параллельными пластинами, отстоящими друг от друга на расстояние d, находится равномерно распределенный объемный заряд. Разность потенциалов пластин равна $\Delta\varphi$. При каком значении объемной плотности заряда напряженность поля вблизи одной из пластин будет равна нулю? Какова будет при этом напряженность поля у другой пластины?

а) d; $\Delta\varphi$; $E_1=0$; σ-? E_2-?

б) d; $\Delta\varphi=0$; E_1; σ-? E_2-?

в) d; $\Delta\varphi$; $E_1=0$; ρ-? E_2-?

– Определить, какой из ниже приведенных графиков v(t) соответствует условию задачи: определить путь, пройденный телом за τ секунд после начала движения, если на тело действует сила, изменяющаяся по закону $F = \alpha + \beta t$.

– Приведены несколько рисунков с изображением сил, действующих на объект. Определите, какой из рисунков относится к данной задаче.

– Выберите правильную краткую запись требования задачи: в диэлектрическом шаре радиуса R, проницаемость которого ε, создана однородная поляризованность P. Найти энергию электрического поля, заключенного внутри шара.

1. E(P)-? 2. P(E)-? 3. W-?

Мы также располагаем комплексом средств диагностики уровня сформированности УПУФЗ у студентов. Перечисленные средства созданы для каждого раздела общего курса физики.

Способами формирования УПУФЗ являются: организация совместной работы студентов и преподавателя по составлению словаря по переводу бытовых терминов в физические, а также по наполнению методологического справочника; выполнение студентами упражнений по формированию умения выделять существенные и несущественные признаки объектов, явлений; проведение физических диктантов; составление студентами вопросов по тексту задачи и ответы на вопросы преподавателя по тексту задачи; работа студентов со справочным материалом, с терминами-омонимами и обозначениями-омонимами; контроль уровня сформированности умения понимать условие физической задачи.

Педагогический эксперимент заключался в проверке эффективности методики формирования УПУФЗ, адаптированной к уровню высшего профессионального образования и построенной на материале общего курса физики. Эксперимент включал четыре этапа: констатирующий, поисковый, формирующий и контрольный.

На **констатирующем** этапе (2012 г.) выяснялись причины затруднений, возникающих при решении физических задач у студентов младших курсов, и определялся начальный уровень сформированности у них УПУФЗ.

На **поисковом** этапе (2013 г.) элементы методики, разработанной О. Е. Левенко, адаптировались, дополнялись и применялись к обучению студентов решению физических задач. В эксперименте участвовали студенты 1-го и 2-го курсов физического факультета Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского, изучавшие, соответственно, молекулярную физику и электричество. В качестве контрольной группы на каждом курсе выступала группа студентов с более высокой академической успеваемостью по физике (для каждого студента средний балл по результатам контрольных работ и промежуточной аттестации не ниже 3,5). В качестве экспериментальной группы, в которой применялась разработанная методика, была отобрана группа с более низкой успеваемостью (средний балл ниже 3,5). Итоговый тест был составлен в соответствии со структурой УПУФЗ и предложен обеим группам студентов. Средний процент выполнения заданий теста в экспериментальной группе оказался выше (88%), чем в контрольной (82%). С помощью G-критерия знаков было обнаружено, что в экспериментальной группе процент выполнения теста статистически значимо повысился, в контрольной группе такого повышения процента выполнения не произошло [9, с. 37]. Также с помощью G-критерия знаков было установлено, что в экспериментальной группе статистически значимо возрос коэффициент полноты решения задач на контрольных работах и на экзамене. Коэффициент полноты определялся на основе пооперационного анализа письменных работ студентов.

Критерий хи-квадрат показал, что:

1) в начале эксперимента распределение студентов контрольной и экспериментальной групп по уровням сформированности УПУФЗ было различным – в экспериментальной группе большинство студентов находились на низком уровне, остальные – на базовом; в контрольной группе – большинство студентов относились к базовому и высокому уровням, лишь единицы – к низкому;

2) распределение студентов экспериментальной группы по уровням исследуемого умения в начале и в конце поискового этапа эксперимента (в течение семестра) оказалось различным – большинство студентов перешли на базовый уровень умения;

3) статистически значимых различий в распределении студентов контрольной группы по уровням исследуемого умения в начале и в конце данного этапа экспери-

мента не было обнаружено;

4) статистически значимых различий в распределении студентов экспериментальной и контрольной групп в конце поискового этапа эксперимента также не было обнаружено.

Были сформулированы гипотезы: H_0 – повышение уровня сформированности исследуемого умения у студентов экспериментальной группы не связано с применением разработанной методики, а обусловлено особенностями предметного материала, изучаемого в данном семестре, или случайными причинами; H_1 – повышение уровня исследуемого умения обусловлено применением разработанной методики.

На **формирующем** этапе эксперимента (2014–2018 гг.) разработанная методика формирования УПУФЗ систематически применялась к обучению студентов 1-го и 2-го курсов физического и химического факультетов Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского. В формирующем эксперименте участвовали 2 преподавателя и 274 студента, которые были разделены на контрольную (109 человек) и экспериментальную (165 человек) группы. Распределения студентов по уровням предметных знаний были одинаковыми.

Контроль сформированности умения понимать условия задач проводился примерно один раз в месяц параллельно с традиционной контрольной работой. Для оценки различий в распределении студентов по уровням сформированности исследуемого умения использовался критерий хи-квадрат. Для уровня значимости $\alpha=0{,}05$ и числа степеней свободы $\nu=3-1=2$ критическое значение критерия $T_{кр}=5{,}991$. Эмпирическое значение на начальном этапе эксперимента составило $T_{эмп}\approx 0{,}85<T_{кр}$. Таким образом, с вероятностью 95% в начале данного этапа эксперимента распределения студентов контрольной и экспериментальной групп по уровням исследуемого умения не различаются.

После проведения эксперимента эмпирическое значение критерия составило $T_{эмп}\approx 9{,}28>T_{кр}$. Это означает, что с вероятностью 95% распределения студентов контрольной и экспериментальной группах по уровням исследуемого умения различаются. Кроме того, наблюдался рост коэффициента полноты усвоения знаний в экспериментальной группе по сравнению с контрольной.

Дополнительно сравнивались распределения студентов контрольной группы в начале и в конце эксперимента ($T_{эмп}\approx 2{,}84<T_{кр}$ – статистически значимых различий не обнаружено), а также распределения студентов экспериментальной группы в начале и в конце эксперимента ($T_{эмп}\approx 39{,}58>T_{кр}$ – обнаружено статистически значимое различие). Таким образом, можно принять, что гипотеза H_1 подтверждается.

На **контрольном этапе** эксперимента (2019 г.) были получены аналогичные результаты – различие распределений студентов контрольной и экспериментальной групп по уровням исследуемого умения в конце эксперимента; рост уровня сформированности УПУФЗ и коэффициента полноты усвоения предметных знаний по общей физике в экспериментальной группе.

Выводы. Методика формирования УПУФЗ изначально разрабатывалась О. Е. Левенко для средней школы. В педагогическом эксперименте нами установлено, что разработанная методика эффективна и на уровне высшего профессионального образования, в процессе обучения студентов общему курсу физики, при условии расширения системы средств обучения и способов совместной деятельности студентов и преподавателя.

По результатам работы можно определить направления дальнейших исследований: разработка методики подготовки магистрантов педагогических направлений и преподавателей-исследователей в аспирантуре к обучению студентов умению понимать условия физических задач в процессе их решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадская, Е. А. Когнитивные технологии в образовании / Е. А. Бершадская, М. Е. Бершадский // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия «Педагогика. Психология. Философия». – 2016. – № 3 (03). – С. 5-11.

2. Бершадский, М. Е. Педагогическая диагностика уровня понимания / М. Е. Бершадский // Педагогические измерения. – 2012. – № 3. – С. 60-88.

3. Брейтигам, Э. К. Интеграция рационального и интуитивного опыта как средство обеспечения понимания учебного материала по математике / Э. К. Брейтигам. – Текст : электронный // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17971 (дата обращения: 11.05.2020).

4. Брейтигам, Э. К. Взаимосвязь целостности и понимания в обучении / Э. К. Брейтигам // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2015. – № 6 (28). – С. 27-33.

5. Брейтигам, Э. К. Взаимосвязь рационального и интуитивного мышления как условие обучения математике, направленное на понимание / Э. К. Брейтигам // Актуальные проблемы математического образования в школе и вузе : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул : АлтГПУ, 2015. – С. 9-12.

6. Брейтигам, Э. К. Педагогические условия обеспечения понимания учебного материала / Э. К. Брейтигам // Психодидактика высшего и среднего образования : материалы XI междунар. науч.-практ. конф. / науч. редакторы: А. Н. Крутский, О. С. Гибельгауз. – Барнаул : АлтГПУ, 2016. – С. 151-153.

7. Брейтигам, Э. К. Взаимосвязь знаково-символической деятельности и понимания при обучении математике / Э. К. Брейтигам, И. Г. Кулешова // Дидактика математики: проблемы и исследования. – 2017. – № 46. – С. 7-14.

8. Кулешова, И. Г. Содержание фаз понимания учебного материала / И. Г. Кулешова, И. В. Кисельников, Э. К. Брейтигам // Science for Education Today. – 2019. – Т. 9, № 5. – С. 97-109.

9. Левенко, О. Е. Методика обучения учащихся пониманию текстов физических задач / О. Е. Левенко, А. С. Кнор, М. П. Ланкина // Современное образование: актуальные проблемы профессиональной подготовки и партнерства с работодателем : материалы междунар. науч.-метод. конф. – Томск : Изд-во ТУСУР, 2014. – С. 36-37.

10. Левенко, О. Е. Формирование у школьников умения понимать условия физических задач в процессе их решения : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Левенко О. Е. – Екатеринбург, 2015. – 24 с.

11. Лунгу, К. Н. Понимание как базовый элемент обучения при преподавании математических дисциплин / К. Н. Лунгу // Вестник международного института экономики и права. – 2013. – № 4 (13). – С. 32-38.

12. Лунгу, К. Н. Дидактический аспект понимания как необходимого условия формирования профессиональной компетентности студентов / К. Н. Лунгу, Е. И. Смирнов, В. В. Юдин // Ярославский педагогический вестник. – 2013. – Т. 2, № 1. – С. 131-137.

13. Усольцев, А. П. Наглядность и ее функции в обучении / А. П. Усольцев, Т. Н. Шамало // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 6. – С. 102- 109.

14. Bloom, B. S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain / B. S. Bloom, M. D. Engelhart, E. J. Furst, et al. – New York : David McKay, 1956.

15. Krathwohl, D. R. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview / D. R. Krathwohl // Theory Into Practice. – 2002. – Vol. 41, № 4. – P. 212-219.

16. Wilson, L. O. Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised. Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy / L. O. Wilson. – URL: https://quincycollege.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl-Revised-Blooms-Taxonomy.pdf (mode of access: 02.05.2020). – Text : electronic.

R E F E R E N C E S

1. Bershadskaya, E. A., Bershadsky, M. E. (2016). Kognitivnye tekhnologii v obrazovanii [Cognitive technologies in education]. In *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. Seriya «Pedagogika. Psikhologiya. Filosofiya»*. No. 3 (03), pp. 5-11.

2. Bershadsky, M. E. (2012). Pedagogicheskaya diagnostika urovnya ponimaniya [Pedagogical diagnostics of the level of understanding]. In *Pedagogicheskie izmereniya*. No. 3, pp. 60-88.

3. Breytigam, E. K. (2015). Integratsiya ratsional'nogo i intuitivnogo opyta kak sredstvo obespecheniya ponimaniya uchebnogo materiala po matematike [Integration of rational and intuitive experience as a means of ensuring understanding of educational material in mathematics]. In *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. No. 1-1. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17971 (mode of access: 11.05.2020).

4. Breytigam, E. K. (2015). Vzaimosvyaz' tselostnosti i ponimaniya v obuchenii [The relationship of integrity and understanding in learning]. In *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. No. 6 (28), pp. 27-33.

5. Breytigam, E. K. (2015). Vzaimosvyaz' ratsional'nogo i intuitivnogo myshleniya kak uslovie obucheniya matematike, napravlennoe na ponimanie [The relationship of rational and intuitive thinking as a condition for teaching mathematics aimed at understanding]. In *Aktual'nye problemy matematicheskogo obrazovaniya v shkole i vuze: materialy VIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Barnaul, AltGPU, pp. 9-12.

6. Breytigam, E. K. (2016). Pedagogicheskie usloviya obespecheniya ponimaniya uchebnogo materiala [Pedagogical conditions for ensuring understanding of educational material]. In Krutsky, A. N., Gibel'gauz, O. S. (Eds.). *Psikhodidaktika vysshego i srednego obrazovaniya: materialy XI mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* Barnaul, AltGPU, pp. 151-153.

7. Breytigam, E. K., Kuleshova, I. G. (2017). Vzaimosvyaz' znakovo-simvolicheskoy deyatel'nosti i ponimaniya pri obuchenii matematike [The relationship of sign-symbolic activity and understanding in teaching mathematics]. In *Didaktika matematiki: problemy i issledovaniya*. No. 46, pp. 7-14.

8. Kuleshova, I. G., Kisel'nikov, I. V., Breytigam, E. K. (2019). Soderzhanie faz ponimaniya uchebnogo materiala [Content of the phases of understanding the educational material]. In *Science for Education Today*. Vol. 9. No. 5, pp. 97-109.

9. Levenko, O. E., Knor, A. S., Lankina, M. P. (2014). Metodika obucheniya uchashchikhsya ponimaniyu tekstov fizicheskikh zadach [Methods of teaching students to understand the texts of physical problems]. In *Sovremennoe obrazovanie: aktual'nye problemy professional'noy podgotovki i partnerstva s rabotodatelem: materialy mezhdunar. nauch.-metod. konf.* Tomsk, Izd-vo TUSUR, pp. 36-37.

10. Levenko, O. E. (2015). *Formirovanie u shkol'nikov umeniya ponimat' usloviya fizicheskikh zadach v protsesse ikh resheniya* [ormation of students' ability to understand the conditions of physical problems in the process of solving them]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Ekaterinburg. 24 p.

11. Lungu, K. N. (2013). Ponimanie kak bazovyy element obucheniya pri prepodavanii matematicheskikh distsiplin [Understanding as a basic element of learning in teaching mathematics]. In *Vestnik mezhdunarodnogo instituta ekonomiki i prava*. No. 4 (13), pp. 32-38.

12. Lungu, K. N., Smirnov, E. I., Yudin, V. V. (2013). Didakticheskiy aspekt ponimaniya kak neobkhodimogo usloviya formirovaniya professional'noy kompetentnosti studentov [The didactic aspect of understanding as a necessary condition for the formation of professional competence of students]. In *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik*. Vol. 2. No. 1, pp. 131-137.

13. Usol'tsev, A. P., Shamalo, T. N. (2016). Naglyadnost' i ee funktsii v obuchenii [Visibility and its functions in teaching]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 6, pp. 102- 109.

14. Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., et al. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. New York.

15. Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. In *Theory Into Practice*. –Vol. 41. No. 4, pp. 212-219.

16. Wilson, L. O. *Anderson and Krathwohl Bloom's Taxonomy Revised. Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy*. URL: https://quincycollege.edu/content/uploads/Anderson-and-Krathwohl-Revised-Blooms-Taxonomy.pdf (mode of access: 02.05.2020).