

Освоение научного метода познания и формирование естественнонаучной грамотности школьников при решении физических задач с астрономическим содержанием

Д. В. Перовощиков

ассистент кафедры физики и методики обучения физике, Вятский государственный университет.
Россия, г. Киров. ORCID: 0000-0003-1793-5542. E-mail: pdv31415@gmail.com

Аннотация. В статье обозначена под углом зрения реализации ФГОС СОО научно-методическая проблема освоения научного метода познания. В соответствии с образовательными требованиями, определяющими формирование метапредметных результатов обучения, освоение научного метода познания, в том числе в форме задания и формирования естественнонаучной грамотности учащихся, приобретает особую актуальность и дидактическую значимость. В статье анализируются вопросы построения теории и практики обучения астрономии с направленностью на освоение научного метода познания. Актуальность статьи обусловлена отсутствием должного осмысления этой проблемы после возвращения астрономии в школьные программы. Цель исследования – изучение факторов и особенностей эффективного освоения научного метода познания при обучении астрономии. Для ее достижения предусмотрено решение следующих задач: анализ проблем теории и практики освоения научного метода познания при обучении астрономии; построение физических задач с астрономическим содержанием с целью освоения научного метода познания; проведение педагогического эксперимента по выявлению степени усвоения школьниками элементов научного метода познания в деятельности решения построенных задач. Теоретической базой исследования стал анализ научных публикаций, посвященных вопросам освоения естественнонаучного метода познания. В работе использовался комплекс взаимодополняющих методов исследования, включающий: теоретический анализ, обобщение научной литературы по теме исследования; изучение и анализ педагогического опыта, конструирование; педагогический эксперимент, качественный и количественный анализ его результатов. В статье представлена сконструированная система учебных физико-астрономических задач с методологическим содержанием. Анализируются факты проведенной диагностики усвоения элементов и языка процессов научного метода познания при решении учебных задач. Результаты исследования могут быть использованы для разработки учебно-методических материалов.

Ключевые слова: естественнонаучный метод познания, научная грамотность, принцип генерализации, физико-астрономические задачи, диагностика умений.

Проблема формирования естественнонаучной грамотности школьников. Для успешной технологической модернизации России нужны высококлассные специалисты в различных отраслях народного хозяйства. Поэтому повышаются требования к естественнонаучной грамотности выпускников школ. Во многих развитых странах в рамках основной школы приоритетной целью образования уже много лет считается формирование естественнонаучной грамотности (исследования PISA) [36].

Специалисты в сфере образования твердо фиксируют тот факт, что традиционные методики и средства обучения уже не приносят требуемых результатов. Возрастает роль знаний методологии в повышении качества физического и астрономического школьного обучения, особое значение в практике современного образования приобретают знания о методах познания (Н. Е. Важеевская, Е. П. Левитан, А. Ю. Пентин, Н. С. Пурышева, В. Г. Разумовский, Ю. А. Сауров, Н. В. Шаронова и др.). В. Г. Разумовский был первым, кто сформулировал: «Знание научного метода, понимание ценности научного знания и степени его достоверности формируется на уроках естественнонаучных предметов...» [22, с. 98]. А. Ю. Пентин подчеркивает: «Ставя задачу модернизации содержания естественнонаучных предметов, необходимо говорить именно о едином комплексе этих дисциплин, поскольку их объединяет общий объект изучения, природа, и общий метод изучения окружающего мира, так называемый естественнонаучный метод» [13, с. 10].

Одно из востребованных методических направлений согласно ФГОС СОО, помогающих добиваться целей и задач обучения физике, которое настойчиво развивается научной школой В. Г. Разумовского (ИСПО РАО) – это освоение естественнонаучного метода познания, формирующее естественнонаучную грамотность школьников.

Профессор В. Г. Разумовский в своих трудах [21; 22; 23; 24; 26] часто возвращался к теме естественнонаучной грамотности, тесно связывая эту цель с освоением научного метода познания. В своих работах он выделял: «Научный метод познания является ориентировочной основой самостоятельных познавательных действий в научном познании» [22, с. 93] и «Главная задача научной грамотности – это формирование познавательных и творческих способностей школьников» [22, с. 101].

В. Г. Разумовский обоснованно считал, что метод научного познания «универсален и закономерности процесса научного познания везде одинаковы» [22, с. 97] с учетом особенности соответствующей учебной дисциплины.

Актуальность исследования. Астрономия как один из предметов естественнонаучного цикла имеет полноценные возможности для освоения этого метода. Актуальность освоения научного метода познания на площадке астрономии возросла, когда астрономия в 2017 году вновь стала самостоятельной учебной дисциплиной. Вспомним, что в 90-е годы астрономия, организационно утратив свою самостоятельность, в разных вариантах интегрировалась в курс школьной физики. Такая практика по многим причинам оказалось неэффективной, и, как следствие, пострадало качество естественнонаучных знаний [18]. Е. П. Левитан в свое время настойчиво озвучивал проблему «необходимости совершенствования и обновления концепции астрономического образования» [9]. Конкретизацию проблемы мы видим в освоении научного метода познания, широко признанного в повышении эффективности школьного физического образования, но пока не используемого в обучении астрономии.

Потенциал научного метода познания при очевидной значимости метода в повышении естественнонаучной грамотности школьников на сегодня при обучении астрономии не реализован. Поэтому проблема совершенствования обучения астрономии через методологические ориентировки деятельности требует безотлагательного решения. Усложняющими факторами являются как недостаток развернутых методик освоения логики научного метода познания с целью обеспечения потребности практики, так и недостаток соответствующих дидактических материалов. Требуется работа ученых-методистов в этом направлении.

Цель представляемого в данной статье исследования состоит в изучении возможностей освоения логики научного метода познания при обучении астрономии. *Объектом исследования* являются условия и средства освоения естественнонаучного метода познания при изучении астрономических явлений в старшей школе. *Предмет исследования* включает в себя систему физических задач с астрономическим содержанием для освоения научного метода познания в 10–11 классах. Наша *гипотеза* исходит из того, что построение и использование в учебной деятельности методики в виде комплекса учебных физико-астрономических задач с новыми методологическими функциями, структура и содержание которых обеспечивает усвоение элементов научного метода познания, будет способствовать формированию естественнонаучной грамотности учащихся. Для подтверждения гипотезы мы ориентировались на выполнение следующих *задач*: анализ проблем теории и практики освоения научного метода познания при обучении астрономии; построение физических задач с астрономическим содержанием с целью освоения научного метода познания; проведение педагогического эксперимента по выявлению степени усвоения школьниками элементов научного метода познания на примере решения построенных задач. Теоретической базой исследования стал анализ научных публикаций, посвященных вопросам освоения естественнонаучного метода познания, педагогического опыта и практики обучения. В работе представлены результаты *педагогического эксперимента*, подтверждающие актуальность освоения научного метода познания для повышения качества обучения школьников, качественный и количественный анализ его результатов.

Е. П. Левитан пятнадцать лет назад отмечал: «Немало вопросов возникает с разработкой теоретических проблем дидактики астрономии. В последние годы защищен ряд кандидатских диссертаций, появляющихся довольно хаотично и оказывающих незначительное влияние на совершенствование теории и практики обучения астрономии, в то время как действительно актуальные темы остаются незамеченными соискателями...» [9]. И сегодня на основе анализа научной, методической и учебной литературы по астрономии констатируем, что вопросы использования дидактического потенциала астрономии с акцентом на освоение научного метода познания в настоящее время пока недостаточно изучены и слабо разработаны. Несмотря на то что названная научная проблема занимает ключевое место (согласно ФГОС) в обеспечении эффективной организации обучения, в обучении астрономии она до сих пор не стала предметом специального исследования в педагогической науке.

Естественнонаучный метод познания продуктивно позволяет познакомить учащихся с логикой научного познания для достижения образовательных результатов (наблюдать и описывать явления, выражать в научных понятиях, ставить и решать проблему с помощью учебного исследования, выдвигать гипотезу, модельно отражать действительность, применять знания на практике), которые соответствуют рекомендациям ФГОС СОО. Включение в новый образовательный Стандарт идей и содержания важнейшего научного метода познания подтверждает его практическую значимость для системы естественнонаучного образования [33], в том числе и для обучения астрономии. Однако современной проблемой практики обучения является преодоление затруднений школьников усваивать соответствующие умения. В школьном образовании углубляется противоречие между важностью освоения астрономического материала для формирования целостного научного мировоззрения и недостатками усвоения соответствующих знаний и умений. Так, успешный опыт освоения в физике схемы научного метода познания пока не нашел применения в обучении астрономии, в том числе даже в учебнике под редакцией В. Г. Разумовского и В. А. Орлова [34].

Теоретико-методическое решение. Переходя к теоретическому обоснованию возможного варианта решения проблемы, подчеркнем, что, эффективность использования научного метода познания в обучении астрономии обоснована использованием дидактического потенциала принципа генерализации знаний и распространением его на генерализацию действий. Чаще всего стандартное использование принципа генерализации связывается только со структурированием и обобщением учебного материала [4; 20; 22; 28; 32].

Границы применимости принципа генерализации могут быть расширены при изучении астрономических явлений. При этом опорой выступает опыт методики обучения физике. Поэтому мы уверены, что генерализация опыта освоения научного метода в обучении физике на процессы обучения астрономии на основе общих умений, процедур деятельности, средств обучения и их согласования поможет: осуществить выработку представлений об общности естественнонаучного метода познания; обеспечить освоение научного метода познания в обучении астрономии; «осознавать роль физики в расширении представлений об окружающем мире» в процессах познания [19]; рационально реализовать межпредметные связи данных дисциплин.

С нашей точки зрения, новые методические смыслы принципа генерализации знаний и действий могут эффективно обеспечить реализацию научного метода познания в астрономии, а также в других естественнонаучных предметах, расширяя границы его востребованности. Такая разработка принципа генерализации характеризует *теоретическую значимость* нашего исследования. Анализ новых возможностей принципа генерализации позволил нам сформулировать метапредметные и межпредметные компетенции, которые способствуют: раскрытию резервов освоения научного метода познания в астрономии, отражению фундаментальности физических теорий и законов, восприятию физики и астрономии как частей единого знания, обоснованию тенденций и характера научного познания, констатации универсального характера научного метода познания; комплексному усвоению общих деятельностей, развитию общих умений в обобщенные знания, формированию через межпредметные знания целостной системы знаний обобщенного характера (синтез знаний) и научной картины мира.

Данные компетенции являются обоснованием для успешного развития резерва межпредметных связей физики и астрономии при освоении научного метода познания, что также актуально после выделения астрономии из курса физики в 2017 году [14].

Астрономические знания не только констатируют универсальность физических законов, но и дают разъяснение того, как функционируют законы физики вне Земли; расширяют понятия о границах их применимости; формируют базовые мировоззренческие установки и научные представления о мироустройстве и эволюции Вселенной и человека; подтверждают положения о материальности познания мира. Роль астрономии в формировании научной картины мира есть значительный вклад в процесс освоения естественнонаучного метода познания. Физические знания выступают в виде основы-формы и обеспечивают научную достоверность и дидактическую эффективность учебного процесса.

Построение методики в виде комплекса учебных задач и процедур деятельности с ними. Одним из традиционных видов учебной деятельности в обучении астрономии, где может быть успешно освоен научный метод познания, является решение физических задач с астрономическим содержанием. Решение задач на астрономическом материале имеет специфику нестандартного восприятия при изучении сложных объектов астрономии. Структуру астро-

номических знаний определяют следующие компоненты: явления, объекты и системы; факты, базу которых формируют определения, закономерности, законы, формулируемые через обзор и анализ в результате длительных наблюдений; теории, дающие возможность объяснения этих явлений, фактов, закономерностей; и естественнонаучная картина мира в целом. Большинство объектов во Вселенной и явлений, происходящих в ней, недоступны наблюдению в условиях школьного обучения. Решение задач по астрономии имеет свои особенности с учетом методологии астрономической науки [16, с. 59–60] и должно быть учтено при построении учебных задач с астрономическим содержанием.

Выделим ряд ключевых проблем для данного вида деятельности. Физическая задача с астрономическим содержанием требует от учащихся усвоения определенного исходного объема астрономических знаний. Одна из причин низкого качества решения задач по астрономии заключается в разрыве между заученными учащимися теоретическими положениями и умениями применять их на практике даже при незначительных изменениях в формулировании условия. Значительные затруднения вызывает необходимость адаптации опорных знаний физики к астрономическим особенностям физической задачи с астрономическим содержанием. При этом хотелось бы отметить положительный образовательный эффект задач с астрономическим содержанием для обучения физике. Они могут обеспечить углубление освоения научного метода познания на астрономическом материале.

Успешная реализация научного метода познания при организации решения учебных задач невозможна без преодоления существующих в данной деятельности проблем. В работах [7; 24; 29; 34] обобщаются проблемы традиционной организации решения задач: слабо учитываются деятельностные аспекты работы с задачей, процессы понимания, мышления, инициативности, самостоятельного поиска решения и творческий поход.

Поэтому при выборе средств образовательного процесса в целом и для освоения научного метода познания в частности, необходимо учитывать ориентиры практики обучения на освоение универсальных учебных действий в дополнение к традиционному накоплению знаний. В современных образовательных условиях, диктуемых инновационными процессами развития общества, в обучении важна не только существующая оценка по результатам, но и по освоению процессов деятельности [12; 25; 27].

За последние годы предприняты существенные усилия для изменения деятельности с физической задачей в соответствии с логикой научного метода познания (В. Г. Разумовский, В. А. Орлов, Ю. А. Сауров, С. В. Бубликов, А. Н. Малинин, К. А. Коханов и др.). Построен новый вид учебных задач с методологическим содержанием (на исследование, на формулирование гипотезы, на определение границ применимости, на моделирование и др.) [6; 8; 27], хорошо зарекомендовавших себя в обучении физике с целью освоения элементов научного метода познания.

Поскольку в методической и учебной литературе по астрономии задач на освоение научного метода познания (задач с методологическими функциями) не представлено [1; 2; 3; 5; 10; 11; 30; 31 и др.], подчеркнем актуальность построения таких задач на основе опыта методики физики как реализацию принципа генерализации знаний и учебных действий.

Нами построены для школьников 10–11 классов около ста задач с астрономическим содержанием [15]: на процесс моделирования и работы с моделями; на формирование гипотезы, ее подтверждение или опровержение; на использование методов и методики научного исследования; на связь результатов исследования объекта (явления) с теоретическими фактами и законами; на определение и расчет погрешностей, выявление проблемы точности и достоверности полученных данных; на различение реальности и описания объекта (явления) и его модели; на системное исследование астрономического, физического объекта (явления); на определение границ применимости.

Формирование устойчивых, универсальных учебных действий при решении задач такого вида будет способствовать овладению учащимися умениями научного метода познания и, как следствие, формированию научной грамотности. Приоритетно выделим умения моделирования, наиболее оптимальные для освоения с учетом особых пространственно-временных характеристик объектов и явлений астрономии.

Кроме того, наш опыт конструирования задач показал, что в каждой из построенных задач реализуется не одна, а несколько методологических функций, что является дополнительным качественным показателем. Комплекс задач в виде практикума вошел в содержание изданного учебно-практического пособия для учащихся общеобразовательных школ, лицеев, гимназий и учреждений дополнительного образования [15].

Обращаем внимание, что решение задачи, в которой осваиваются отдельные элементы научного метода познания, не всегда может иметь вид решения типовой задачи [17]. Конструируя физико-астрономические задачи с новыми функциями, мы закладываем формирование у учащихся навыков нового вида деятельности – исследования, обеспечивающего освоение элементов процессов научного метода познания. Поэтому построение новых задач с методологическим содержанием соответствует гипотезе исследования.

Приведем примеры двух построенных нами задач из практикума.

Задача 1. На фотографии (рис. 1) приведена аналемма – кривая, соединяющая ряд последовательных положений Солнца на небосводе в одно и то же время суток в течение года. Построив модель явления, исследуйте ее и объясните наблюдаемое явление. По аналемме определите широту места наблюдения.

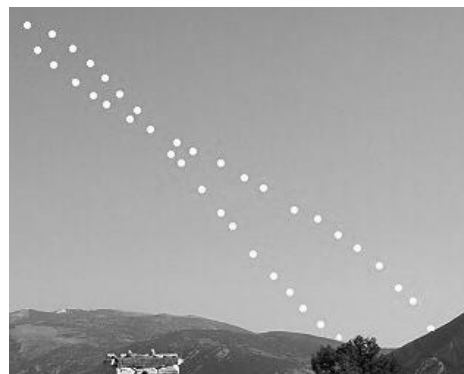


Рис. 1

При решении данной задачи реализуется несколько методологических функций. Школьниками осваивается процесс моделирования и работы с моделями (исследование моделей); деятельность различения реальности и описания объекта (явления) и его модели; системное исследование астрономического объекта (явления), определение и расчет погрешности.

Задача 2. Выскажите гипотезу, можно ли с поверхности Земли наблюдать полное лунное затмение и одновременно видеть Солнце над горизонтом (рис. 2)? Опровергните или подтвердите гипотезу, опираясь на построенную вами модель.

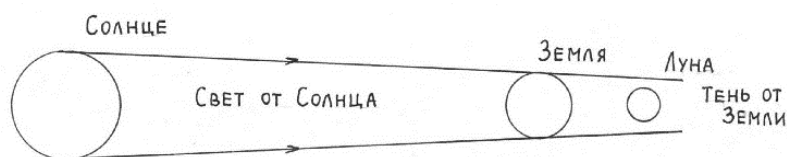


Рис. 2

При решении данной задачи также реализуется несколько методологических функций. Школьниками осваивается деятельность формирования гипотезы (ее подтверждение или опровержение); моделирование и работа с моделями; различение реальности и описания объекта (явления) и его модели; определение связи результатов исследования объекта (явления) с теоретическими фактами и законами.

Экспериментальное исследование. Экспериментальной площадкой педагогического эксперимента стали МОАУ Лицей № 21 и МОУ СОШ с УИОП № 10 им. К. Э. Циолковского г. Кирова. В начале эксперимента с учащимися на уроках были разобраны примеры решения задач нового вида по каждой из тем астрономии. Затем школьниками последовательно был освоен курс из 24 построенных нами задач. Всего в среднем каждую работу выполнил 271 ученик. Достаточное количество испытуемых было выбрано, чтобы избежать влияния на результат эксперимента неконтролируемых, случайных факторов.

Для диагностики достижений были сформулированы семь проверочных критериев умений, подлежащих отслеживанию в ходе эксперимента. Диагностика освоения этих умений в процессе деятельности учащихся строилась на основе метода поэлементного анализа их письменных отчетов. Измерение сформированности умений осуществлялось по шкале наименований: освоено, не освоено. Поэлементный анализ письменного отчета позволил сравнительно точно фиксировать результат освоения того или иного умения и интерпретировать устойчивость сформированного умения.

Ниже представлена таблица, где в соответствии с проверочными критериями показаны результаты школьников (таблица 1).

Таблица 1

Процент учащихся, освоивших умения согласно проверочным критериям

Критерий проверки	Первая задача, %	Последняя задача, %
Выделены объекты	36,5	55,0
Выделены явления	35,1	50,9
Построена модель	11,4	45,4
Построена рисуночная модель	10,3	18,8
Построена словесная модель	11,4	19,6
Построена формульная модель	11,4	21,4
Выполнено исследование модели	12,9	44,6

Результаты исследования и их интерпретация. За период решения 1–24 задачи выросло количество учеников, освоивших умения по всем проверочным критериям. Было зафиксировано значимое повышение уровня сформированности таких умений, как построение моделей и исследование построенных моделей с 11,4 до 45,4% и с 12,9 до 44,6% соответственно. Данные умения являются ключевыми в учебной деятельности по освоению логики научного метода познания. Определяющими для правильного построения модели являются умения правильно выделить объекты и явления из условия задачи. Уже при решении первой задачи школьники показали хорошие результаты при выделении объектов – 36,5% и при выделении явлений – 35,1%. Мы объясняем этот факт тем, что внимание учащихся было четко зафиксировано на важности данного умения влиять на правильное направление решения при предварительном разборе примеров. Почти в 1,5 раза увеличилось количество учеников, освоивших эти умения к 24 задаче, что говорит о стабильности формирования данного умения (выделять объекты – 55,0% и выделять явления – 50,9%). В такой деятельности учащиеся постепенно осваивали основы сложной деятельности различения реальности – объекта (явления) и описания – его модели. Учащиеся начали намного внимательнее относиться к моделям и проводить их дифференциацию. Положительные и в равной мере устойчивые результаты фиксируются при построении разных видов моделей (рисуночная, словесная, формульная). Почти в 3,5 раза увеличилось количество тех, кто освоил деятельность исследования моделей, некой целевой деятельности с ними (формирование гипотезы, ее подтверждение или опровержение; согласование и различение реальности от описаний; определение границы применимости модели; численный расчет и расчет погрешности; анализ или вывод-обобщение). Это достаточно сложная деятельность, но учащиеся уже значительно увереннее и качественнее выполняли данную работу с моделью при решении заключительной 24 учебной задачи. Мы интерпретируем этот факт, основываясь на отзывах самих учеников: «задачи понравились, они необычные, надо подумать над ними», «теперь умею применять свои знания при сложных расчетах», «каждое задание требовало особого подхода, заставляло подумать», «задания нестандартные, они помогли мне думать нестандартно», «понравились своей необычностью и разнообразием, раньше не решали подобных задач», «задания понравились новизной и творческим подходом». Считаем, что задачи нового вида интересны учащимся и познавательный интерес мотивирует их на преодоление возникающих трудностей.

Для наглядности проиллюстрируем результаты школьников в виде диаграммы (см. рис. 3), где сравниваются показатели решения 1 и 24 задач.

По результатам проведенной диагностики были сделаны **выводы**:

- учащиеся более обдуманно решают задачи нового вида;
- опыт освоения научного метода при обучении физике может быть эффективно транслирован на обучение астрономии;
- школьники продемонстрировали стабильную положительную динамику формирования умений освоения научного метода познания в деятельности решения физических задач с астрономическим содержанием, несмотря на отсутствие опыта решения таких задач;
- построенные нами учебные задачи по астрономии с новым методологическим содержанием в целом доступны для овладения учащимися, способствуют успешному усвоению элементов и языка процессов научного метода познания (факт, гипотеза, метод, средства описания, модель) как формы представления научной грамотности. Этим определяется *практическая значимость* исследования.

Полученные в ходе эксперимента результаты позволяют заключить, что гипотеза, выдвинутая в начале исследования, получила свое подтверждение.

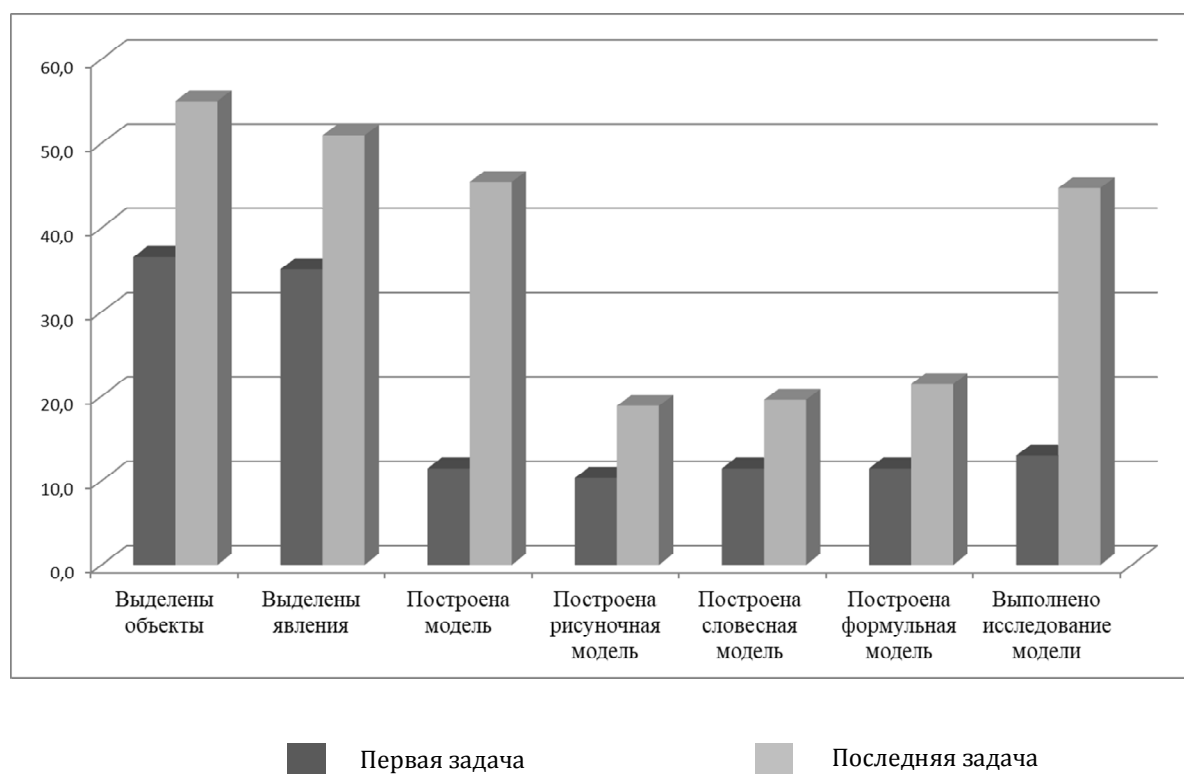


Рис. 3. Диаграмма освоения учащимися умений при решении 1 и 24 задач в процентах

Заключение. Подводя итог, следует отметить, что элементы научного метода познания могут быть освоены при обучении астрономии, в частности при решении учебных задач, поэтому метод может и должен более широко использоваться в школьном обучении, что повысит качество познания физико-астрономических явлений для формирования целостного научного мировоззрения и научной грамотности школьников.

Предложенные методические решения по освоению научного метода познания с использованием принципа генерализации не исчерпывают всего потенциала и, на наш взгляд, могут быть эффективно распространены на другие виды учебной деятельности при изучении астрономии.

Список литературы

1. Воронцов-Вельяминов Б. А. Сборник задач и практических упражнений по астрономии. М. : Наука, 1977.
2. Воронцов-Вельяминов Б. А. Сборник задач по астрономии. М. : Просвещение, 1980. 56 с.
3. Гаврилов М. Г. Звездный мир. Сборник задач по астрономии и космической физике. М., 2018. 100 с.
4. Гребенев И. В. Дидактика физики как основа конструирования учебного процесса. Нижний Новгород : Изд-во НГУ, 2005. 247 с.
5. Гусев Е. Б. Вопросы и качественные задачи по астрономии. Рязань : РГПИ, 1991.
6. Задачи по физике с методологическим содержанием : пособие для учителей / под ред. Ю. А. Саурова. Киров, 2000. 66 с.
7. Коханов К. А. Методология функционирования и развития школьного физического образования: монография / К. А. Коханов, Ю. А. Сауров. Киров : Изд-во ВятГГУ, 2011. 337 с.
8. Коханов К. А. Проблема задания и формирования современной культуры физического мышления : монография / К. А. Коханов, Ю. А. Сауров. Киров : Изд-во ЦДООШ ; Старая Вятка, 2013. 232 с.
9. Левитан Е. П. Дидактика астрономии: от XX к XXI веку. Земля и Вселенная. 2002. № 4. URL: <http://ziv.telescopes.ru/rubric/education/index.html?pub=1>.
10. Малахова Г. И. Задачи и вопросы по астрономии для средней школы. М. : Никель, 1993. 540 с.
11. Мартынов Д. Я. Сборник задач по астрофизике. М. : Наука, 1986. 541 с.
12. Орлов В. А. Проблема использования современной методологии познания для развития физического образования / В. А. Орлов, Ю. А. Сауров // Физика в школе. 2011. № 7. С. 23–31.
13. Пентин А. Ю. Некоторые направления модернизации содержания естественнонаучных предметов основной школы: формирование естественнонаучной грамотности // Физика в школе. 2015. № 6. С. 10–26.

14. *Перевощиков Д. В.* Актуальные вопросы межпредметных связей физики и астрономии // Проблемы учебного физического эксперимента : сборник научных трудов. Вып. 30. М. : ИСПО РАО, 2019. С. 30–31.
15. *Перевощиков Д. В.* Изучение физики и астрономии: практические работы, примеры задачи : учебно-практическое пособие. Киров : Кировская областная типография, 2017. 96 с. : ил.
16. *Перевощиков Д. В.* Использование методов физики при изучении астрономии в средней школе // Модели и моделирование в методике обучения физике : материалы докладов VI всероссийской научно-теоретической конф. Киров : Изд-во ИРО Кировской области, 2013. С. 59–62.
17. *Перевощиков Д. В.* Методические особенности конструирования условий физических задач с астрономическим содержанием // Преподавание физико-математических и естественных наук в школе. Традиции и инновации : тезисы всероссийской науч.-метод. конф. Нижний Новгород, 2017. С. 99–101.
18. *Перевощиков Д. В.* Методология познания как инструмент межпредметных связей физики и астрономии / Д. В. Перевощиков, Ю. А. Сауров // Сибирский учитель. 2016. № 3. С. 26–30.
19. Примерная основная образовательная программа основного общего образования. URL: <https://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-osnovnogo-obshhego-obrazovaniya-3>.
20. *Пурьшева Н. С.* Пути реализации принципов генерализации учебного материала при построении курса физики средней школы. Теория и практика обучения физике в современной школе. М. : Прометей, 1992. С. 40–61.
21. *Разумовский В. Г.* Проблемы развития творческих способностей учащихся в процессе обучения физике : дис. ... док. пед. наук. М., 1972. 507 с.
22. *Разумовский В. Г.* Проблемы теории и практики школьного физического образования : избранные научные статьи / сост. Ю. А. Сауров. М. : ИСПО РАО, 2016. 196 с.
23. *Разумовский В. Г.* Решение проблемы научной грамотности – неотложная перспектива развития содержания физического образования // Сибирский учитель. 2012. № 3. С. 12–25.
24. *Разумовский В. Г.* ФГОС и изучение физики в школе: о научной грамотности и развитии познавательной и творческой активности школьников : монография / В. Г. Разумовский, В. В. Майер, Е. И. Варакина. М. ; СПб. : Нестор-История, 2014. 208 с.
25. *Разумовский В. Г.* Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. М. : ВЛАДОС, 2004. 463 с.
26. *Разумовский В. Г.* Формирование естественнонаучной грамотности учащихся основной школы // Педагогика. 2015. № 8. С. 39–48.
27. *Сауров Ю. А.* Модели и моделирование в методике обучения физике: логико-методологические поиски : монография. Киров : Радуга-ПРЕСС, 2016. 216 с.
28. *Сауров Ю. А.* Принцип генерализации образовательной деятельности в методике обучения физике // Вестник гуманитарного образования. 2017. № 3. С. 24–31.
29. *Сауров Ю. А.* Принцип цикличности в методике обучения физике : монография. Киров : Изд-во КИПК и ПРО, 2008. 224 с.
30. *Субботин Г. П.* Сборник задач по астрономии: задания, упражнения, тесты. М. : Аквариум, 1997. 224 с.
31. *Сурдин В. Г.* Астрономические задачи с решениями. М. : Либроком, 2018. 240 с.
32. *Сухорукова Г. Н.* Принцип генерализации – основа построения теоретического содержания // Ярославский педагогический вестник. 1999. № 3 (21).
33. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. URL: <https://fgos.ru>.
34. Физика : учебник для учащихся 11 класса общеобразовательных учреждений. Ч. 2. М. : ВЛАДОС, 2011. 359 с.
35. *Шефер О. Р.* Методика формирования у учащихся умений комплексно применять знания для решения физических задач : монография. Челябинск : Образование, 2009. 135 с.
36. PISA 2018. URL: http://centeroko.ru/pisa18/pisa2018_web6.html.

Mastering the scientific method of cognition and the formation of natural science literacy of schoolchildren in solving physical problems with astronomical content

D. V. Perevoschikov

assistant of the Department of physics and methods of teaching physics, Vyatka State University.
Russia, Kirov. ORCID: 0000-0003-1793-5542. E-mail: pdv31415@gmail.com

Abstract. The article describes the scientific and methodological problem of mastering the scientific method of cognition from the point of view of the implementation of the Federal state educational system. In accordance with the educational requirements that determine the formation of metasubject learning results,

the development of the scientific method of knowledge, including in the form of tasks and the formation of natural science literacy of students, becomes particularly relevant and didactic significance. The article analyzes the issues of building the theory and practice of teaching astronomy with a focus on the development of a scientific method of knowledge. The relevance of the article is due to the lack of proper understanding of this problem after the return of astronomy to school programs. The purpose of the research is to study the factors and features of effective development of the scientific method of knowledge in teaching astronomy. To achieve this goal, the following tasks are provided: analysis of the problems of theory and practice of mastering the scientific method of knowledge in teaching astronomy; construction of physical problems with astronomical content in order to master the scientific method of knowledge; conducting a pedagogical experiment to identify the degree of assimilation of elements of the scientific method of knowledge in the activity of solving the constructed problems. The theoretical basis of the research was the analysis of scientific publications devoted to the development of the natural science method of cognition. The work used a set of complementary research methods, including: theoretical analysis, generalization of scientific literature on the topic of research; study and analysis of pedagogical experience, construction; pedagogical experiment, qualitative and quantitative analysis of its results. The article presents a constructed system of educational physical and astronomical problems with methodological content. The article analyzes the facts of the diagnostics of the assimilation of elements and language of the scientific method of cognition in solving educational tasks. The results of the research can be used for the development of educational and methodological materials.

Keywords: natural science method of cognition, scientific literacy, generalization principle, physical and astronomical problems, diagnostics of skills.

References

1. *Voroncov-Velyaminov B. A. Sbornik zadach i prakticheskikh uprazhnenij po astronomii* [Collection of problems and practical exercises in astronomy]. M. Nauka. 1977.
2. *Voroncov-Velyaminov B. A. Sbornik zadach po astronomii* [Collection of problems in astronomy]. M. Prosveschenie. 1980. 56 p.
3. *Gavrilov M. G. Zvezdnyj mir. Sbornik zadach po astronomii i kosmicheskoy fizike* [Star world. Collection of problems in astronomy and space physics]. M. 2018. 100 p.
4. *Grebenev I. V. Didaktika fiziki kak osnova konstruirovaniya uchebnogo processa* [Didactics of physics as the basis for designing the educational process]. Nizhny Novgorod. NSU. 2005. 247 p.
5. *Gusev E. B. Voprosy i kachestvennye zadachi po astronomii* [Questions and qualitative problems in astronomy]. Ryazan. RSPI. 1991.
6. *Zadachi po fizike s metodologicheskim soderzhaniem : posobie dlya uchitelej* – Problems in physics with methodological content : a guide for teachers / ed. Yu. A. Saurov. Kirov. 2000. 66 p.
7. *Kohanov K. A. Metodologiya funkcionirovaniya i razvitiya shkol'nogo fizicheskogo obrazovaniya : monografiya* [Methodology of functioning and development of school physical education : monograph] / K. A. Kohanov, Yu. A. Saurov. Kirov. VyatSHU. 2011. 337 p.
8. *Kohanov K. A. Problema zadaniya i formirovaniya sovremennoj kul'tury fizicheskogo myshleniya : monografiya* [Problem of assignment and formation of modern culture of physical thinking : monograph] / K. A. Kohanov, Yu. A. Saurov. Kirov. Central Committee of the Russian Federation ; Staraya Vyatka. 2013. 232 p.
9. *Levitani E. P. Didaktika astronomii: ot XX k XXI veku. Zemlya i Vselennaya* [Didactics of astronomy: from the XX to the XXI century. Earth and the universe]. 2002. No. 4. Available at: <http://ziv.telescopes.ru/rubric/education/index.html?pub=1>.
10. *Malahova G. I. Zadachi i voprosy po astronomii dlya srednej shkoly* [Problems and questions on astronomy for secondary schools]. M. Nikel. 1993. 540 p.
11. *Martynov D. Ya. Sbornik zadach po astrofizike* [Collection of problems in astrophysics]. M. Nauka. 1986. 541 p.
12. *Orlov V. A. Problema ispol'zovaniya sovremennoj metodologii poznaniya dlya razvitiya fizicheskogo obrazovaniya* [Problem of using modern methodology of cognition for the development of physical education] / V. A. Orlov, Yu. A. Saurov // *Fizika v shkole* – Physics at school. 2011. No. 7. Pp. 23–31.
13. *Pentin A. Yu. Nekotorye napravleniya modernizatsii soderzhaniya estestvennonauchnykh predmetov osnovnoj shkoly: formirovanie estestvennonauchnoj gramotnosti* [Some directions of modernization of the content of natural science subjects of the main school: formation of natural science literacy] // *Fizika v shkole* – Physics at school. 2015. No. 6. Pp. 10–26.
14. *Perevoshchikov D. V. Aktual'nye voprosy mezhpredmetnykh svyazey fiziki i astronomii* [Topical issues of intersubject links of physics and astronomy] // *Problemy uchebnogo fizicheskogo eksperimenta : sbornik nauchnykh trudov* – Problems of educational physical experiment : collection of scientific papers. Is. 30. M. ISRO RAE. 2019. Pp. 30–31.
15. *Perevoshchikov D. V. Izuchenie fiziki i astronomii: prakticheskie raboty, primery zadachi : uchebno-prakticheskoe posobie* [Study of physics and astronomy: practical works, examples of tasks : educational and practical guide]. Kirov. Kirov regional printing house. 2017. 96 p.: Il.

16. Perevoshchikov D. V. *Ispol'zovanie metodov fiziki pri izuchenii astronomii v srednej shkole* [Using of methods of physics in the study of astronomy in high school] // *Modeli i modelirovanie v metodike obucheniya fizike : materialy dokladov VI vserossijskoj nauchno-teoreticheskoy konf.* – Models and modeling in the methodology of teaching physics: materials of reports of the VI all-Russian scientific and theoretical conference. Kirov. IRO of the Kirov region. 2013. Pp. 59–62.
17. Perevoshchikov D. V. *Metodicheskie osobennosti konstruirovaniya uslovij fizicheskikh zadach s astronomicheskim sodержaniem* [Methodological features of constructing conditions for physical problems with astronomical content] // *Prepodavanie fiziko-matematicheskikh i estestvennykh nauk v shkole. Tradicii i innovacii : teziy vserossijskoj nauch.-metod. konf.* – Teaching physical, mathematical and natural sciences at school. Tradition and innovation : proceedings of all-Russian scientific-method. conf. Nizhny Novgorod. 2017. Pp. 99–101.
18. Perevoshchikov D. V. *Metodologiya poznaniya kak instrument mezhpredmetnykh svyazey fiziki i astronomii* [Methodology of cognition as a tool for intersubject relations of physics and astronomy] / D. V. Perevoshchikov, Yu. A. Saurov // *Sibirskiy uchitel'* – Siberian teacher. 2016. No. 3. Pp. 26–30.
19. *Primernaya osnovnaya obrazovatel'naya programma osnovnogo obshchego obrazovaniya* – Approximate basic educational program of basic general education. Available at: <https://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-osnovnogo-obshchego-obrazovaniya-3>.
20. Purysheva N. S. *Puti realizacii principov generalizacii uchebnogo materiala pri postroenii kursa fiziki srednej shkoly. Teoriya i praktika obucheniya fizike v sovremennoj shkole* [Ways to implement the principles of generalization of educational material in the construction of the course of physics of secondary schools. Theory and practice of teaching physics in a modern school. M. Prometey. 1992. Pp. 40–61.
21. Razumovskij V. G. *Problemy razvitiya tvorcheskikh sposobnostej uchashchihsya v processe obucheniya fizike : dis. ... dok. ped. nauk* [Problems of development of creative abilities of students in the process of teaching physics : dis. ... Dr. of Pedagogical Sciences] M. 1972. 507 p.
22. Razumovskij V. G. *Problemy teorii i praktiki shkol'nogo fizicheskogo obrazovaniya : izbrannye nauchnye stat'i* [Problems of theory and practice of school physical education : selected scientific articles] / comp. Yu. A. Saurov. M. ISRO RAE. 2016. 196 p.
23. Razumovskij V. G. *Reshenie problemy nauchnoj gramotnosti – neotlozhnaya perspektiva razvitiya sodержaniya fizicheskogo obrazovaniya* [Solving the problem of scientific literacy-an urgent perspective for the development of the content of physical education] // *Siberian teacher*. 2012. No. 3. Pp. 12–25.
24. Razumovskij V. G. *FGOS i izuchenie fiziki v shkole: o nauchnoj gramotnosti i razvitiy poznavatel'noj i tvorcheskoj aktivnosti shkol'nikov : monografiya* [Federal state educational standard and the study of physics at school: on scientific literacy and the development of cognitive and creative activity of schoolchildren : monograph] / V. G. Razumovskij, V. V. Majer, E. I. Varaksina. M. ; SPb. Nestor-Istoriya. 2014. 208 p.
25. Razumovskij V. G. *Fizika v shkole. Nauchnyj metod poznaniya i obuchenie* [Physics at school. Scientific method of cognition and training] / V. G. Razumovskij, V. V. Majer. M. VLADOS. 2004. 463 p.
26. Razumovskij V. G. *Formirovanie estestvennonauchnoj gramotnosti uchashchihsya osnovnoj shkoly* [Formation of natural science literacy of primary school students] // *Pedagogika – Pedagogy*. 2015. No. 8. Pp. 39–48.
27. Saurov Yu. A. *Modeli i modelirovanie v metodike obucheniya fizike: logiko-metodologicheskie poiski : monografiya* [Models and modeling in the methodology of teaching physics: logical-methodological research : monograph]. Kirov. Raduga-PRESS. 2016. 216 p.
28. Saurov Yu. A. *Princip generalizacii obrazovatel'noj deyatel'nosti v metodike obucheniya fizike* [The principle of generalization of educational activities in the methodology of teaching physics] // *Vestnik gumanitarnogo obrazovaniya* – Herald of humanitarian education. 2017. No. 3. Pp. 24–31.
29. Saurov Yu. A. *Princip ciklichnosti v metodike obucheniya fizike : monografiya* [The principle of cyclicity in the method of teaching physics : monograph] Kirov. KIPK and PRO. 2008. 224 p.
30. Subbotin G. P. *Sbornik zadach po astronomii: zadaniya, uprazhneniya, testy* [Collection of problems in astronomy: tasks, exercises, tests]. M. Aquarium. 1997. 224 p.
31. Surdin V. G. *Astronomicheskie zadachi s resheniyami* [Astronomical problems with solutions]. M. Librokom. 2018. 240 p.
32. Suhorukova G. N. *Princip generalizacii – osnova postroeniya teoreticheskogo sodержaniya* [The principle of generalization is the basis for constructing the theoretical content] // *Yaroslavskiy pedagogicheskij vestnik* – Yaroslavl pedagogical herald. 1999. No. 3 (21).
33. *Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart srednego obshchego obrazovaniya* – Federal state educational standard of secondary general education. Available at: <https://fgos.ru>. (in Russ.)
34. *Fizika: uchebnik dlya uchashchihsya 11 klassa obshcheobrazovatel'nykh uchrezhdenij. Ch. 2* – Physics: textbook for students of the 11th grade of general education institutions. Pt. 2. M. VLADOS. 2011. 359 p.
35. Schaefer O. R. *Metodika formirovaniya u uchashchihsya umenij kompleksno primenyat' znaniya dlya resheniya fizicheskikh zadach : monografiya* [Method of forming students' skills to apply knowledge comprehensively to solve physical problems : monograph]. Chelyabinsk. Obrazovanie. 2009. 135 p.
36. PISA 2018. Available at: http://centeroko.ru/pisa18/pisa2018_web6.html.