

Развитие исследовательской компетентности школьников в области приложений математики

Л. В. Форкунова

В статье описывается методика развития исследовательской компетентности учащихся при подготовке исследовательских работ в области приложений математики. Также в статье представлены результаты теоретического и экспериментального исследований автора.

Ключевые слова: исследовательская компетентность, научно-исследовательская работа школьников, приложения математики.

Development of Research Competence of Schoolchildren in the Field of Mathematics Appendixes

L. V. Forkunova

The article describes the technique of students' research competence development during research work training in the field of Mathematics appendixes. The results of the author's theoretical and experimental investigations are given.

Ключевые слова: development, research competence, students' research work, Mathematics appendixes.

Тенденции развития информационного общества в XXI веке не могли оставить без изменения систему российского образования. В результате перед ней была поставлена задача повышения качества подготовки выпускника за счет реализации компетентностного подхода. Доказательством значимости решения этой задачи является отражение ее в положениях Концепции модернизации российского образования на период до 2010 г. Там говорится: «Общеобразовательная школа должна формировать целостную систему универсальных знаний, умений, навыков, а также опыт самостоятельной деятельности и личной ответственности обучающихся, то есть *ключевые компетенции*, определяющие современное качество содержания образования» [1, с. 10].

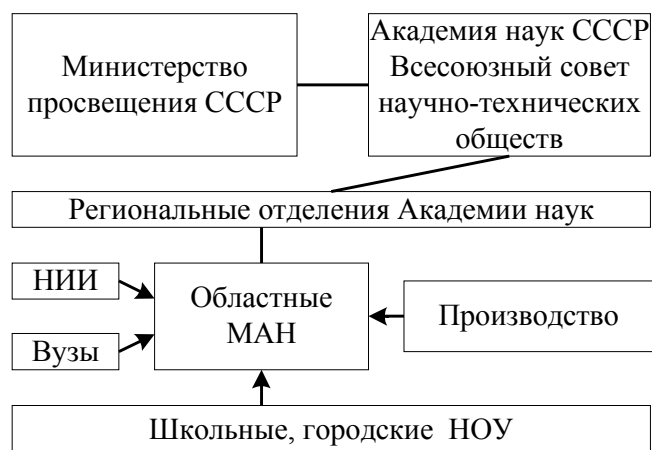


Рис. 2

К числу значимых для выпускника общеобразовательной школы компетенций часто относят исследовательскую компетенцию – ИК (Я. В. Кривенко, С. И. Осипова, С. Н. Скарбич, А. А. Ушаков, Е. В. Феськова и др.). Так, например, А. В. Леонтович – один из авторов Концеп-

ции развития исследовательской деятельности учащихся – по этому поводу говорит: «Важным условием выживания и работы человека в информационном мире будет овладение методом научного познания мира или так называемого исследовательского стиля мышления» [2].

Свидетельством общественного признания важности развития этой компетенции является также возрождение системы руководства научно-исследовательской работой школьников (НИРШ) (рис. 1) по образцу НИРШ, существовавшей в нашей стране в 1970–1980 гг. XX века (рис. 2). Сегодня пока рано говорить о целостности возрождающейся системы, как с идейной, так и организационной точки зрения. Рисунок 1 (см. с. 97) показывает, что региональные системы организации НИРШ пока существенно различны по устройству, и тяготеют к различным центрам. Сравнительный анализ рисунков 1 и 2 показывает, что специфика системы НИРШ сегодня состоит еще и в том, что в ряде регионов (в том числе и в Архангельской области) эта система находится в некоторой оторванности от научных школ и сообществ. За исключением тех мест, где удалось сохранить прежние традиции (например, НОУ г. Челябинска, МАН Крыма «Искатель», СУНЦ МГУ, СУНЦ НГУ и др.). Эта оторванность является следствием того, что координацию деятельности научных обществ учащихся (НОУ), создаваемых в общеобразовательных школах, лицеях и гимназиях, сейчас принимают на себя департаменты образования. Как показал констатирующий эксперимент, это приводит к тому, что исследовательская деятельность учащихся, как по своему содержанию, так и по методологической форме, постепенно отделяется от тех образцов, которые характерны для деятельности ученых в соответствующей науч-

ной сфере. В качестве примера можно привести ситуацию в г. Северодвинске с системой руководства НИРШ. Активистами этой работы выступают школьные НОУ, которые имеют возможность получить помощь от городской «Школы одаренных детей», работа которой организована на базе учреждения дополнительного образования Детско-юношеский центр (ДЮОЦ), и представить свои результаты сначала на городской конференции («Юность Северодвинска»), организуемой ДЮОЦ, а затем и на областной («Юность Поморья») научно-исследовательской конференции школьников, организуемой областным департаментом образования. В этом городе находится один из немногих в Архангельской области физико-математический лицей. Его учащиеся являются постоянными победителями и призерами математических олимпиад всех уровней от городских до всероссийских. Однако они очень редко становятся призерами городских и областных конкурсов научно-исследовательских работ школьников (за 4 года

одно I и одно II место на городской конференции).

А в последний год наблюдается практический отказ от выставления работ по математике на эти конкурсы (в 2008–2009 гг. ни на городскую, ни на областную конференции не представлено ни одной работы). Учителя этого лицея находят объяснение неудачам своих учеников в «предвзятом» судействе. Эксперты считают основной причиной отсутствие «исследовательского характера» выставяемых на конкурс работ.

С целью установления истинных причин этих разногласий мы провели интервьюирование учителей математики г. Северодвинска, включенных в систему НИРШ, а также преподавателей вузов, которые являются постоянными членами экспертных комиссий. Составленные нами по результатам контент-анализа данных интервью «портреты» научно-исследовательских работ школьников по математике представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты контент-анализа мнений учителей и экспертов об особенностях НИР школьников в области математики и ее приложений

| Выделяемые характеристики НИРШ | «Портрет» НИРШ по математике | |
|--|---|--|
| | По результатам опроса учителей | По результатам опроса экспертов конкурсных комиссий |
| Основные виды исследовательских действий | Подбор литературы по теме исследования. Реферирование источников информации. Переработка и логичное представление найденной в литературе информации. Самостоятельное решение задач, предложенных автором книги | Изучение разделов математики или ее приложений, дополняющих и расширяющих школьный курс. Самостоятельная постановка проблемы (задачи) математического исследования на основе прочитанного в литературе, предъявленного учителем или выделенного из проблемы, возникшей вне математики. Составление собственных задач и их решение. Формулировка собственных гипотез, их подтверждение или опровержение. Разработка новых методов и приемов решения задачи. Оценка новизны методов и приемов решения задачи и полученных результатов |
| Основной результат исследования | Расширение математических знаний учащимися (овладение не изучавшимся методом, положениями математической теории). Систематизация данных об областях приложения освоенных методов, понятий, положений, теорий | Расширение «горизонта» знаний. Предложен свой метод решения известной задачи. Поставлена собственная задача, которая решена известным или своим способом. Найдены и устранены неточности (логические пропуски) в изложенном в литературе доказательстве утверждения. Получены собственные следствия из известного. Установлены связи между имеющимися и полученными в ходе исследования знаниями |

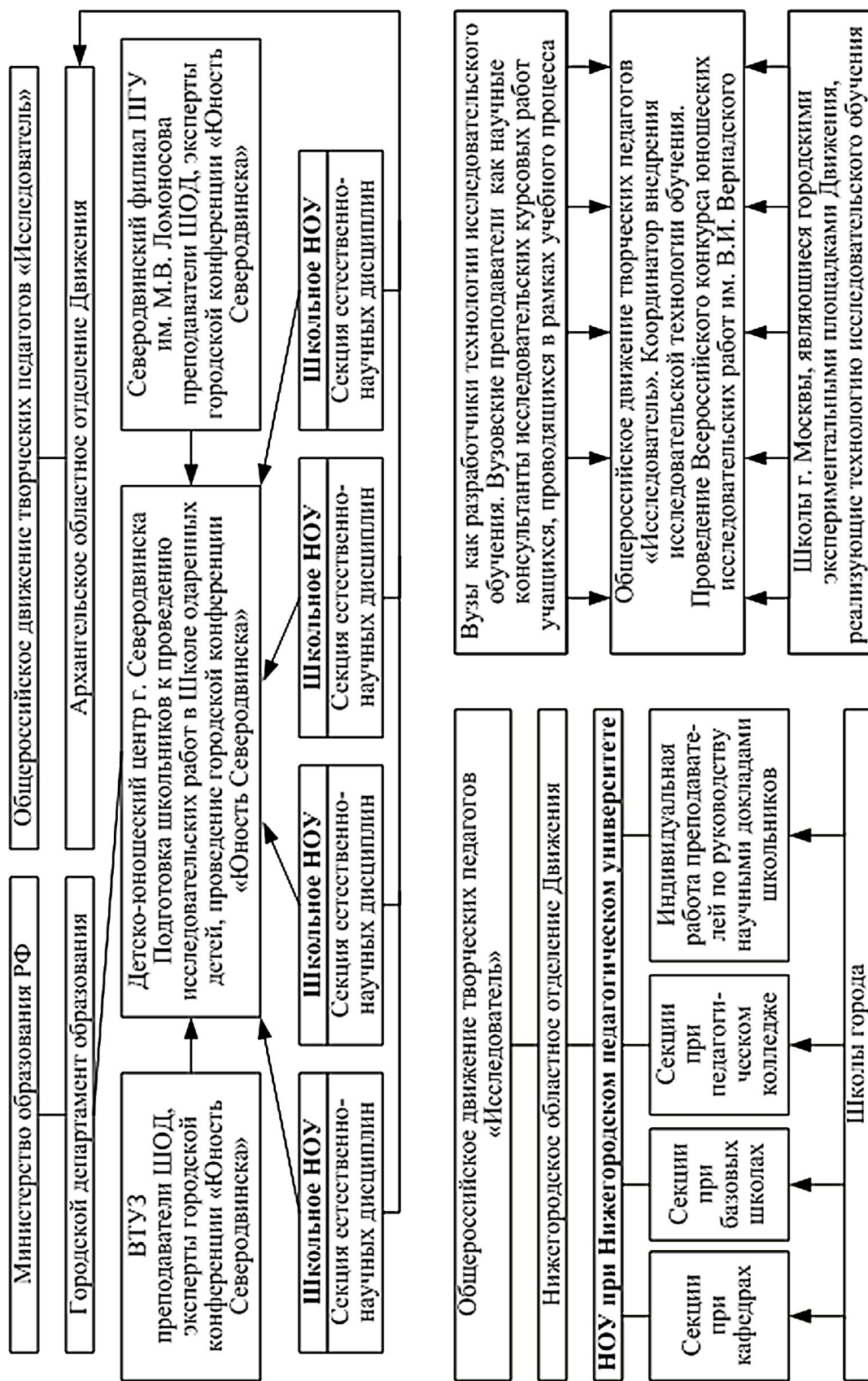
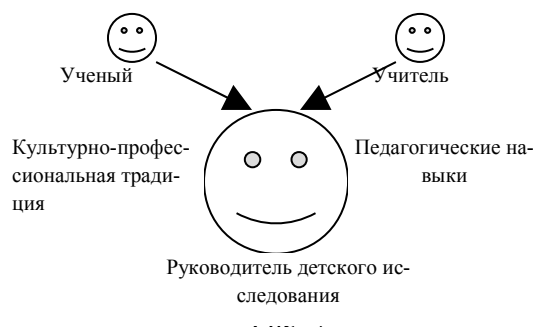


Рис. 1

Представленные в таблице данные показывают, что взгляды учителей математики и преподавателей вузов (носителей опыта НИР в данной области) на НИРШ существенно различаются. При этом наиболее значимым результатом такой работы для вузовских преподавателей является объективное приращение математического знания на основе выхода учащегося в исследовательскую позицию, а для школьных учителей – повышение уровня математической подготовки учащихся на основе овладения содержанием дополнительной литературы.

Однако практическая реализация учительского «портрета» НИРШ, как показывают результаты мониторинга уровня исследовательской компетентности учащихся, обладает ограниченными возможностями в развитии их ИК (диаграмма 1). В соответствии с диаграммой 1, количественный рост выполненных учащимся работ не приводит к повышению уровня ИК.

Для преодоления этой ограниченности необходимо не только возрождать систему НИРШ, но и реализовывать ее при тесном взаимодействии школ и вузов. Образовательная ценность такого взаимодействия очень хорошо представлена на придуманной А. В. Леонтовичем схеме (рис. 3). Схема показывает, что взаимодействие ученого и учителя повышает эффективность научного руководства работой учащегося за счет того, что «...учителю открывается смысл знания как живой научной традиции» [3].



Для того чтобы это взаимодействие было ориентировано на развитие исследовательской компетентности школьников средствами НИРШ в области приложений математики (под которой мы понимаем готовность школьников к выходу в исследовательскую позицию по отношению к возникающим у них или демонстрируемым им практическим и профессиональным проблемам, а также готовность к осуществлению модельных исследований на основе имеющихся математических знаний и дальнейшего математического самообразования), мы предлагаем реализовывать

разработанную нами методику, которая опирается на следующие основные положения.

1. Процесс целенаправленного развития ИК

школьников в рамках НИРШ состоит из следующих последовательных стадий: 1) формирование у учащихся готовности к осуществлению исследовательских процедур (к реализации программ статистического, вычислительного, конструктивного экспериментов, упорядочивания данных, проведения расчетных работ и т. п.); 2) формирование у учащихся интеллектуальных исследовательских умений, входящих в состав умения применять метод математического моделирования; 3) формирование готовности учащихся к регуляции и саморегуляции исследовательской деятельности (к выбору математического языка для построения модели, методов внутримодельного исследования, принятию решения об уточнении или упрощении модели и т. п.); 4) формирование готовности учащихся к самоопределению и самооценке в исследовании (постановке задачи модельного исследования, установлению степени новизны модели, определению условий и перспектив применения результатов исследования и др.) [4].

В решении своих образовательных задач система НИРШ опирается на имеющуюся у каждого человека врожденную способность к исследовательскому поведению, те элементы ключевых образовательных компетенций, которые были сформированы в условиях общеобразовательной подготовки (математической, информационной, естественно-научной и др.) и значимы для осуществления исследовательской деятельности в сфере приложений математики.

–

Главным условием развития ИК в системе НИРШ выступает включение учащихся в усиленную коллективную функционально распределенную деятельность по проведению модельных исследований совместно с носителями опыта научно-исследовательской работы в области приложений математики (вузовскими преподавателями в качестве соруководителя или научного консультанта).

–

Решение задачи развития ИК предъявляет к НИРШ в области приложений математики следующие основные требования: проблематика НИРШ должна быть сходна по своему содержанию с проблемами, возникающими в области приложений математической науки; НИРШ должна представлять собой упрощенную модель функционально распределенной исследовательской деятельности ученого, осуществляемой в рамках одной из исторических форм научного познания (метаэмпирическое познание, метаэмпирическое познание с элементами дедукции, квазиэмпирическое познание) [5]; результатом НИРШ должно быть научное знание, обладающее относительной новизной (то есть новизной по отношению к источниковой базе исследования), а также практической, а возможно, и теоретической значимостью.

–

Динамика развития ИК в системе НИРШ в области математики и ее приложений обеспечивается выполнением следующих групп методических условий: введение учащихся в проблематику приложений математической науки при подведении их к самостоятельному выбору тематики НИРШ; обеспечение учащимся возможности активного участия в научно-исследовательской работе, осуществляемой носителями опыта такой работы; обеспечение учащимся возможности представления (презентации) собственных результатов НИРШ как научной математической общественности, так и пользователям результатов модельных исследований.

Рассмотрим в качестве примера реализацию этих положений при организации НИРШ учащейся 11 класса, направленной на решение проблемы установления возможности прогнозирования частоты онкозаболеваемости населения по данным о факторах риска в районах и населенных пунктах Архангельской области.

1. Идея проведения модельного исследования появилась у ученицы в результате общения с отцом – работником ГУЗ «Архангельский областной клинический онкологический диспансер».

Для решения вопроса о возможности и доступности проведения на этом материале ученического исследования ее учитель математики обратилась за консультацией к преподавателю вуза (такая возможность была предоставлена соглашением о взаимодействии школы и вуза в области НИРШ).

2. Предметом обсуждения ученицы, ее научного руководителя (учителя математики), заказчика (отца девочки) и научного консультанта (преподавателя вуза) стал вопрос о возможности и усиленности решения данной проблемы средствами математики. Главным отличием их работы от работы научно-исследовательской группы на этапе содержательной постановки задачи модельного исследования явилась оценка степени подготовленности учащейся к такой работе путем установления уровня ее ИК. Результаты диагностики были положены в основу определения предельно-возможной степени самостоятельности ученицы в исследовании и характера тех задач, которые могли быть перед ней поставлены. Так, например, ей было предложено самостоятельно провести серию дополнительных бесед с «заказчиком» с целью получения сведений, необходимых для содержательной постановки задачи модельного исследования по разработанному совместно с консультантом опроснику.

2. На этапе разработки замысла исследования работа была направлена на составление технического задания, математическую постановку задачи исследования, сбор данных о возможных методах ее решения и оценку степени их эффективности, доступности и достаточной аргументированности. Научный консультант и руководитель подготовили и провели серию обучающих занятий для формирования у ученицы знаний об особенностях проведения модельных исследований, направленных на разработку эмпирической зависимости; подготовку ее к самостоятельному выбору и применению методов исследования для решения следующих исследовательских задач: выбора опорных статистических данных; получения однофакторных, а затем и многофакторной зависимостей.

3. На этапе реализации замысла исследования ученице была предоставлена возможность самостоятельно с применением стандартного программного обеспечения (электронных таблиц Microsoft Excel и мастера диаграмм Microsoft Excel) произвести необходимые для получения эмпирической зависимости расчеты. Работа научного консультанта и руководителя в решении этих задач сводилась лишь к контролю за ходом и результатами работы ученицы, оценке необходимости их корректировки. Еще одной важной зада-

чей этого этапа явилось решение вопроса о способах восстановления математических основ найденного в научной литературе метода получения многофакторной зависимости. Здесь ученице была предоставлена возможность принять активное участие в научной дискуссии научного руководителя и консультанта с последующей самостоятельной реализацией выработанной ими стратегии решения данной проблемы. Это создало условия для передачи ей опыта эвристической деятельности.

4. На этапе оценки результатов модельного исследования работа была направлена на оформление отчетов для презентации результатов «заказчику» и научному сообществу (экспертам и участникам школьной научной конференции, а затем и вузовской). Роль научного консультанта здесь заключалась в ознакомлении ученицы и ее научного руководителя с особенностями подготовки отчетов о модельном исследовании, о специфических критериях оценки результатов таких исследований заказчиками.

ки выпускников зависящим не столько от уровня их успеваемости по предмету, сколько от их интереса к будущей профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года [Текст] – М. : АПКИПРО, 2002. – 24 с.
2. Леонтович, А. В. К проблеме развития исследований в науке и образовании [Электронный ресурс] / А. В. Леонтович // Интернет-портал «Исследовательская деятельность школьников» – http://www.researcher.ru/methodics/development/ist_0003.html
3. Леонтович, А. В. Традиция и догма в школе [Электронный ресурс] / А. В. Леонтович // Интернет-портал «Исследовательская деятельность школьников» – http://www.researcher.ru/methodics/development/ist_0003.html
4. Форкунова, Л. В. Этапы подготовки учащихся к исследовательской деятельности по математике [Текст] / Л. В. Форкунова // Труды VI Колмогоровских чтений – Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2008. – С. 423–432.
5. Шабанова, М. В. Методология учебного познания как цель изучения математики [Текст] / М. В. Шабанова – Архангельск : Поморский университет, 2004. – 402 с.

Несмотря на то, что предлагаемая нами методика предполагает самое широкое вовлечение в НИРШ взрослых, то есть прирост в математическом знании, получаемый в результате таких исследований, нельзя считать единоличным достижением школьника, образовательный эффект от ее использования является достаточно существенным. Проведенный нами в системе «школы – МФ ПГУ им. М. В. Ломоносова» (2007–2009 гг.) формирующий эксперимент позволил получить данные (см. диаграмма 2), доказывающие существование положительной динамики в развитии ИК школьников (в качестве испытуемых выступали учащиеся основной и старшей ступени обучения (5–11 класс) в количестве 42 человек). Кроме того, он показал, что применительно к школьникам старшей ступени такая организация НИРШ позволяет решать и задачи профориентационной подготовки абитуриентов, делает выбор направления профессиональной подготов-