

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

---

DOI: 10.24888/2500-1957-2022-1-8-15

УДК  
378.147

### НАУЧНЫЙ МЕТОД КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЯ МОДЕЛИРОВАТЬ РЕАЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ И ПРОЦЕССЫ

**Абатурова Вера Сергеевна**

к.п.н.

veronika-abaturova@yandex.ru

г. Владикавказ

**Дятлов Владимир Николаевич**

к.ф.-м.н., доцент

vndyatlov@gmail.com

г. Новосибирск

Южный математический институт — филиал  
Владикавказского научного центра  
РАН

Южный математический институт — филиал  
Владикавказского научного центра  
РАН, Новосибирский государственный  
университет

**Аннотация.** В статье представлены промежуточные результаты исследования проблемы формирования у учащихся умения моделировать реальные ситуации как одного из элементов математической грамотности на основе научного метода, позволяющего строить обучение сложному математическому знанию. Показано, что для формирования указанного умения необходимо включить в методику обучения учащихся метод математического моделирования как способ научного познания и средство решения мотивационно-прикладных учебных задач. Отмечается, что принцип научности, являющийся одним из основных принципов обучения, при этом развивается в сторону реализации важного требования к содержанию — ознакомления учащихся с методами научного познания, что недостаточно исследовано в педагогике. В статье получены следующие результаты: раскрыта суть авторского понимания метода математического моделирования, адаптированного для решения учебных мотивационно-прикладных задач; уточнено определение мотивационно-прикладной учебной задачи; представлена структура метода математического моделирования в соотношении со структурой научного метода решения реальных научных задач; предложена структура методической деятельности учителя при конструировании, проведении и анализе урока совершенствования субъектного опыта учащихся в решении мотивационно-прикладных задач; отмечены примеры реализации данного подхода при работе авторов статьи со школьниками и учителями Республики Северная Осетия-Алания.

**Ключевые слова:** математическая грамотность, принцип научности, научный метод, математическое моделирование, умение моделировать реальные ситуации и процессы.

#### Введение

Анализ результатов ЕГЭ по математике 2021 года базового и профильного уровней и мониторинговых исследований в области оценки математической грамотности 15-летних российских школьников (PISA) в 2018 году, а также опыт проведения различных обучающих программ и мероприятий для школьников и учителей математики показывают, что существ-

вует проблема недостаточного уровня сформированности у школьников умения строить и исследовать математические модели реальных ситуаций и процессов, интерпретировать полученный результат при решении школьных текстовых задач, практико-ориентированных заданий, заданий прикладного характера. В исследовании PISA (Рослова, 2018) под математической грамотностью понимают способность учащихся формулировать, применять и интерпретировать математические знания в разнообразных контекстах. Математическая грамотность включает математические рассуждения, использование математических понятий, процедур, фактов и инструментов для описания, объяснения и предсказания явлений. Это означает, что формирование и развитие у учащихся математической грамотности связано с развитием у учащихся умения моделировать реальные ситуации и процессы, что является одним из ключевых метапредметных умений в условиях современного быстро меняющегося мира, требующего от человека гибкости мышления, способности принимать оптимальные решения, эффективно действовать в нестандартной ситуации, умения учиться.

В работе (Смирнов, Абатурова, 2021) показано, что одним из эффективных способов формирования математической грамотности учащихся может стать обучение математике на основе освоения обобщенных конструкторов сложного знания (современных достижений в науке) в информационно-насыщенной образовательной среде в условиях диалога математической, информационной, гуманитарной и естественнонаучной культур и интеграции дидактических усилий педагога и обучающегося в направлении вскрытия сущностей базовых учебных элементов (понятий, теорем, процедур, алгоритмов, идей) как феномена фундаментализации образования.

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Минпросвещения России № 287 от 31 мая 2021 года, предъявляет следующие требования к личностным предметным результатам обучающихся, освоившим программу основного общего образования: предпосылки научного типа мышления; виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов. В числе метапредметных результатов освоения основной образовательной программы в ФГОС ООО названы овладение универсальными учебными познавательными действиями, включая базовые логические действия, базовые исследовательские действия, работу с информацией (Смирнов, Абатурова, 2021). Ориентация в деятельности учащихся на современную систему научных представлений об основных закономерностях развития человека, природы и общества, взаимосвязях с природой и социальной средой; овладение основными навыками исследовательской деятельности названы во ФГОС ООО ценностями научного познания.

Формирование способности к постижению основ математического моделирования реальных объектов или процессов, готовность к применению моделирования для построения объектов и процессов, определения и предсказания их свойств, формирование у обучающихся умения пользоваться заданной математической моделью, в частности, формулой, геометрической конфигурацией, алгоритмом, оценивать возможные результаты моделирования включены Профессиональным стандартом педагога, утвержденным Приказом Минтруда РФ от 10.10.2013 г., в число основных трудовых функций учителя математики.

В числе необходимых умений учителя математики в Профстандарте определены следующие: умение совместно с обучающимися проводить анализ жизненных ситуаций, в которых можно применить математический аппарат и математический инструментарий (например, динамические таблицы), то же — для идеализированных («проблемных») ситуаций, описанных текстом; организовывать исследования — эксперимент, обнаружение закономерностей, доказательство в частных и общем случаях. В числе необходимых знаний учителя математики в Профстандарте названы: основы математической теории и перспективных направлений развития современной математики; представление в широком спектре приложений математики и знание доступных обучающимся математических элементов этих приложений; теория и методика преподавания математики. Актуальной проблемой реализации Профстандарта учителя является разработка организационно-технологических основ совер-

шенствования методической деятельности учителя, направленной на формирование у учащихся умения анализировать, моделировать и прогнозировать реальные ситуации и процессы.

### Обзор литературы

Поскольку в числе требований к выпускникам основной школы присутствует наличие предпосылок научного типа мышления, это значит, что уже в основной школе учащиеся должны знать основы научного метода в познании действительности. Дидактический принцип научности был сформулирован М.Н. Скаткиным в статье «О принципах обучения в советской школе» (Скаткин, 1950) и ориентирует на усвоение конкретного преимущественно через обобщенные теоретические знания. М.Н. Скаткиным выделены требования к содержанию принципа научности: «научная достоверность сообщаемых учащимся сведений; вскрытие сущности описываемых явлений; показ явлений в их взаимосвязях; показ явлений в развитии и подчеркивание скачкообразного характера этого развития; ознакомление учащихся с важнейшими теориями, дающими правильное диалектико-материалистическое объяснение явлений; создание у учащихся верных представлений о познаваемости мира и силе человеческого разума; создание у учащихся верных представлений об абсолютной и относительной истине; ознакомление учащихся с методами научного исследования» (Бим-Бад, 2002).

Дальнейшее развитие содержания принципа научности осуществила исследователь Л.Я. Зорина, которая объединила эти требования в три укрупненные группы (Зорина, 1978): соответствие учебных знаний научным; ознакомление с методами научного познания; создание представлений о процессе познания.

Исследователем Л.М. Перминовой в рамках логико-дидактического подхода содержание принципа научности, предложенное и обоснованное Л.Я. Зориной, было дополнено ещё одним требованием — овладением учащимися структурой и функциями научного знания (Перминова, 2015), поскольку методологическое единство структуры и функций позволит реализовать условия научного обучения, отражая тем самым взаимосвязь гносеологического, аксиологического, логико-методологического и дидактического подходов в содержании принципа научности и в учебном познании как диалектическом процессе.

Принцип научности «предполагает зависимость целей и содержания обучения от потребностей общества на данном этапе исторического развития, соответствие научных трактовок изучаемых явлений реальным учебно-познавательным возможностям учащихся» (Зорина, 1978), что следует понимать как *расширение реальных учебно-познавательных возможностей учащихся посредством применения основ научного метода к трактовке изучаемых явлений*.

В работе исследователь Л.М. Перминова отмечает, что одно из требований к принципу научности — ознакомление с методами научного познания — недостаточно раскрыто в педагогике (Перминова, 2015). В работах исследователей (Разумовский, 2004; Шапоринский, 1981) в этом направлении больший акцент сделан на содержании образования, а не на структуре и содержании методов научного познания. Таким образом, нам представляется актуальной разработка методики адаптации содержания научного метода в обучении учащихся математике к формированию у учащихся умения строить математические модели реальных ситуаций и процессов.

В работе (Абатурова, 2014) дано «структурно-технологичное» определение научного метода, которое характеризует его процессуальную сторону: «под научным методом мы понимаем циклический алгоритмический процесс решения научной задачи, состоящий из следующих этапов: 1) постановка задачи; 2) наблюдения, эксперименты; 3) анализ результатов, поиск закономерностей; 4) выдвижение гипотезы, теории; 5) проверка гипотезы, выводы; 6) принятие гипотезы, в случае её подтверждения (задача решена) или непринятие гипотезы и возвращение ко второму (любому) этапу алгоритма (продолжение решения задачи)».

В качестве метода научного познания учащихся предложен метод математического моделирования. Суть методологии математического моделирования, изложенная основателями данного научного направления академиком А.Н. Тихоновым и академиком А.А. Самарским можно представить в виде схемы «модель — алгоритм — программа», где

под «моделью» исследователи понимали уравнение или систему уравнений, полученных в ходе изучения законов природы (Самарский, 2002).

Результаты исследований последних 30 лет в области теории и методики обучения математике в части возможности внедрения элементов математического моделирования в школьное математическое образование привели к появлению в школьных учебниках по математике (А.Л. Вернер, В.А. Гусев, Г.В. Дорофеев, А.Г. Мордкович, Г.К. Муравин, И.М. Смирнова и др.) параграфов, связанных с понятиями «математическая модель», «математическое моделирование», «математическая модель текстовой задачи». В работе исследователя А.Д. Нахмана предложено ввести в методику обучения математики инновационную содержательно-методическую линию математических моделей, предложена типология математических моделей, изучаемых в школьном курсе математики (Нахман, 2014).

### **Результаты**

Наряду с имеющимся разнообразием предложений по введению математического моделирования в школьное математическое образование остается вне зоны внимания основной принцип обучения — принцип научности, который достаточно полно реализуется в рассматриваемом контексте с использованием метода математического моделирования в качестве научного метода познания, объединяющего данные понятия, и метода конструирования и решения контекстных (сюжетных) текстовых задач, описывающих (пусть порой сильно идеализированные) реальные ситуации и процессы, поэтому актуальной прикладной педагогической задачей является адаптация метода математического моделирования под указанные образовательные цели.

*О математическом моделировании.* При применении метода математического моделирования в качестве научного метода познания необходимо понимать, какие элементы отличают его от иных методов научного познания: 1) имеется объект моделирования (оригинал), обладающий определенной структурой, в которой соединены составляющие оригинала детали, 2) имеются средства, позволяющие превратить интересующие нас особенности, характеристики, взаимосвязи оригинала во фрагменты новой реальности (модели), 3) имеется некий объект в новой реальности (образ), которая была выбрана нами в качестве среды для проявления имеющихся в оригинале структур. Присущая оригиналу конструкция может оказаться избыточно сложной для проведения анализа каких-то связанных с ним проблем. Однако всякая обращенная к оригиналу проблема вряд ли затрагивает все элементы его структуры. В отдельных вопросах, скорее всего, акцент ставится на каких-то сторонах оригинала, оставляя в тени менее существенные с выбранной точки зрения особенности. В такой ситуации естественно создать некий образ, отражающий не только детали оригинала, но и выделенные согласно точке зрения взаимосвязи между ними. Привлекая понятие, достаточно распространенное в математике, а именно понятие отображения с сохранением определенных структур, можно представлять себе процесс моделирования как создание такого отображения, при котором какие-то детали оригинала (области определения) реализуются в отличном от оригинала виде и при этом имевшиеся в оригинале связи переходят в связи в образе. Тем самым моделирование предполагает переход от оригинала к некоей мысленно представляемой или материально реализованной системе, в которой воспроизводятся отдельные особенности, детали структуры объекта исследования, причем таким образом, что полученная модель (образ) может позволить на основе её изучения возвратиться к оригиналу с некоей новой в отношении него информацией.

Иначе можно сказать, что моделирование — это создание отображения, сохраняющего интересующие нас структуры, то есть создание гомоморфизма.

Не прибегая к математическим терминам, можно сказать, что моделирование — это перевод определенных свойств оригинала с языка, присущего оригиналу, на язык, присущий области, к которой можно отнести модель, отражающий интересующие нас стороны устройства оригинала.

О математическом моделировании можно говорить в тех случаях, когда образ может быть представлен в виде некоторой содержательной математической конструкции, позволяющей в результате применения математических средств сделать какие-то выводы об ори-

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

гинале с интересующей нас точки зрения. Вместе с тем область расположения оригинала может быть самой разнообразной. Математические модели строятся для весьма разнообразных ситуаций, но надо иметь в виду, что серьезные, отражающие жизненно важные ситуации, можно моделировать только с привлечением весьма развитого математического аппарата, на школьном уровне практически никогда не доступного. На элементарном уровне можно моделировать только то, что относится к условно реальным конструкциям таким, как идеальное движение точки (равномерное), пропорциональные (линейные) зависимости, обратно пропорциональные зависимости, доленое изменение величин и т.п. Но с образовательной точки зрения в моделировании важнее процесс, чем результат, то есть собственно модель.

На уровне школьного курса математики в качестве оригиналов для моделирования обычно принимаются ситуации, которые можно назвать контекстными (сюжетными) или образными, которые в любом случае будут условно реальными, то есть сформулированными на естественном языке, содержать выходящие за пределы математики понятия, но в жизни обычно не реализуемые. Так появляются мотивационно-прикладные учебные задачи, приводящие к математическим моделям различных типов, например, к линейным оптимизационным моделям.

*Под методом математического моделирования в обучении математике будем понимать процесс построения, исследования и интерпретации математических моделей, возникающих при решении учащимися математических и мотивационно-прикладных учебных задач, разработанных с учетом реальных учебно-познавательных возможностей учащихся.*

*Под мотивационно-прикладными учебными задачами нами понимаются контекстные (сюжетные) текстовые задачи, а также задачи практико-ориентированного и междисциплинарного характера, описывающие реальные процессы в природе, обществе и производстве и решаемые математическими средствами.*

В таблице 1 показано соответствие структуры метода математического моделирования и структуры научного метода решения реальных научных задач.

*Таблица 1.*

*Структура метода математического моделирования*

Этапы	Структура метода математического моделирования	Структура научного метода
1.	постановка проблемы (работа по созданию предмодели)	постановка задачи;
2.	анализ данных задачи, поиск взаимосвязей и закономерностей	наблюдения, эксперименты; анализ результатов, поиск закономерностей;
3.	формализация проблемы, построение модели;	выдвижение гипотезы;
4.	внутримодельное решение;	построение теории;
5.	интерпретация модели, проверка адекватности;	проверка гипотезы, выводы;
6.	чувствительность модели (построение модифицированной предмодели).	принятие гипотезы в случае её подтверждения (задача решена) или непринятие гипотезы и возвращение ко второму этапу алгоритма (продолжение решения задачи).

В работе (Абатурова, 2012) представлена методика формирования и развития у учащихся умения моделировать реальные ситуации и процессы на примере линейных оптимизационных моделей. Как известно, задачи оптимизации производства товаров и услуг фактически присутствуют в школьной математике как один из типов задач с экономическим содержанием ЕГЭ профильного уровня (Шестаков, 2021). Однако, несмотря на наличие таких задач и их решений в сборниках по подготовке к ЕГЭ, у многих учащихся возникают проблемы при их решении. В числе причин этого мы считаем отсутствие выстроенной на основе систематического курса по основам линейного программирования с полной теоретической базой с обоснованием всех методов решения данных задач. В связи с этим, предлагаем авторский элективный курс «Математическое моделирование — школьникам.

Линейные модели» для учащихся старших классов, где введены все теоретические понятия и теоремы, необходимые для понимания сути методологии решения линейных оптимизационных задач с двумя переменными и показан графический метод решения задач.

В ходе поиска эффективных механизмов развития методической деятельности учителя математики по формированию у учащихся умения моделировать реальные ситуации и процессы разработана структура методической деятельности учителя при конструировании, проведении и анализе урока на основе структуры метода математического моделирования (таблица 2).

Таблица 2.

*Структура методической деятельности учителя при конструировании, проведении и анализе урока*

Этапы	Структура метода математического моделирования	Структура методической деятельности учителя
1.	постановка проблемы (работа по созданию предмодели)	постановка методической проблемы (проблема совершенствования субъектного опыта учащихся);
2.	анализ данных задачи, поиск закономерностей	анализ математического содержания учебной темы;
3.	формализация проблемы, построение модели;	построение развернутого плана урока;
4.	внутримодельное решение;	проведение разработанного на 3 этапе урока;
5.	интерпретация модели, проверка адекватности;	проведение самоанализа урока с выводами о достижении целей и задач урока; проведение анализа урока методистом, экспертом (экспертная оценка);
6.	чувствительность модели (построение модифицированной предмодели).	постановка новой методической проблемы с учетом выявленных в ходе проведения урока условий, дополнений, результатов проведенного урока.

Указанная структура методической деятельности учителя при конструировании, проведении и анализе урока совершенствования субъектного опыта учащихся по решению мотивационно-прикладных учебных задач была апробирована авторами в ходе работы с учителями математики Республики Северная Осетия–Алания в ходе работы семинара «Наука – Школе», Летней математической школы для учителей математики, проекта «Владикавказский педагогический математический марафон», а также при проведении районных семинаров открытых уроков учителей по алгебре и геометрии в 7-9 классах (Гусалова Ф.К., Качур Е.А., Цораева Л.А.), алгебры и начала анализа в 10-11 классах (Бусаров Т.А., Пастухова Е.В.).

### **Заключение**

Проведенное исследование показало, что проблему формирования у учащихся умения моделировать реальные ситуации как одного из элементов математической грамотности невозможно осуществить без обучения учащихся методу математического моделирования как методу научного познания и методу решения мотивационно-прикладных задач. При этом принцип научности, являющийся одним из основных принципов обучения, развивается в сторону реализации важного требования — ознакомления с методами научного познания, что недостаточно исследовано в педагогике. В статье раскрывается суть авторского понимания метода математического моделирования, адаптированного для решения учебных мотивационно-прикладных задач, уточнено определение мотивационно-прикладной задачи, представлена структура метода математического моделирования в соотношении со структурой научного метода решения реальных научных задач, предложена структура методической деятельности учителя при конструировании, проведении и анализе урока совершенствования субъектного опыта учащихся в решении мотивационно-прикладных задач, отмечены примеры реализации данного подхода при работе авторов статьи со школьниками и учителями Республики Северная Осетия-Алания.

**Список литературы**

- Абатuroва В.С. Математическое моделирование в обучении математике как средство формирования научного стиля мышления школьников // Исследования по дифференциальным уравнениям, математическому моделированию и проблемам математического образования. Владикавказ: ЮМИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2014.
- Абатuroва В.С. Математическое моделирование в обучении математике: Математическое моделирование как средство формирования познавательной самостоятельности учащихся. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, Германия, 2012.
- Бим-Бад Б.М. Педагогический энциклопедический словарь. М.: Большая российская энциклопедия, 2002.
- Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. М.: Педагогика, 1978.
- Нахман А.Д. Математическое моделирование как инновационная содержательная линия в курсе математики // Вестник Тульского государственного университета. Современные образовательные технологии в преподавании естественнонаучных дисциплин. 2014. Т. 13. № 1. С. 93–96.
- Перминова Л.М. Развитие дидактического принципа научности в контексте современности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2015. Т. 25. № 4. С. 63–75.
- Разумовский В.Г., Майер В.В. Физика в школе: научный метод познания и обучение. М.: Владос, 2004.
- Рослова Л.О. Функциональная математическая грамотность: что под этим понимать и как формировать // Педагогика. 2018. № 10. С. 48–56.
- Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
- Смирнов Е.И., Абатuroва В.С. Математическая грамотность как результат освоения обучающимися современных достижений в науке // Ярославский педагогический вестник. 2021. Т. 123. № 6. С. 29-37. DOI 10.20323/1813-145X-2021-6-123-29-37.
- Скаткин М.Н. О принципах обучения в советской школе // Советская педагогика. 1950. № 1.
- Шапоринский С.А. Обучение и научное познание. М.: Педагогика, 1981.
- Шестаков С.А. ЕГЭ 2021. Математика. Задачи с экономическим содержанием. Задача 17 (профильный уровень). М.: МЦНМО, 2021.

**THE SCIENTIFIC METHOD AS A METHODOLOGICAL BASIS FOR  
FORMING STUDENTS' ABILITY TO SIMULATE REAL SITUATIONS  
AND PROCESSES**

**Abaturova V. S.**  
PhD in Education (Pedagogy)  
veronika-abaturova@yandex.ru  
Vladikavkaz

**Dyatlov V. N.**  
PhD (Physics and mathematics),  
associate professor  
vndyatlov@gmail.com  
Novosibirsk

Southern Mathematical Institute – the Affiliate  
of the Vladikavkaz Scientific Center of the RAS

Southern Mathematical Institute – the Affiliate  
of the Vladikavkaz Scientific Center of the RAS,  
Novosibirsk State University

**Abstract.** The article presents the intermediate results of the study of the problem of the formation of students' ability to model real situations as one of the elements of mathematical literacy based on a scientific method that allows them to build training in complex mathematical knowledge. It is shown that in order to form this skill, it is

necessary to include in the teaching methodology of students the method of mathematical modeling as a method of scientific cognition and a method of solving motivational and applied educational tasks. It is noted that the principle of scientific knowledge, which is one of the basic principles of teaching, is developing towards the implementation of an important requirement for the content — familiarization of students with the methods of scientific cognition, which is insufficiently researched in pedagogy. The article reveals the essence of the author's understanding of the method of mathematical modeling adapted for solving educational motivational and applied tasks, clarifies the definition of the motivational and applied educational task, presents the structure of the method of mathematical modeling in relation to the structure of the scientific method of solving real scientific problems, suggests the structure of the methodical activity of the teacher in the design, conduct and analysis of the lesson improving the subjective experience of students in solving motivational and applied tasks, examples of the implementation of this approach in the work of the authors of the article with schoolchildren and teachers of the Republic of North Ossetia-Alania are noted.

**Keywords:** Mathematical literacy, Scientific principle, Scientific method, Mathematical modeling, Ability to model real situations and processes.

## References

- Abaturova, V. S. (2014). Matematicheskoe modelirovanie v obuchenii matematike kak sredstvo formirovaniya nauchnogo stilya myshleniya shkol'nikov. *Issledovaniya po differentsial'nym uravneniyam, matematicheskomu modelirovaniyu i problemam matematicheskogo obrazovaniya*. Vladikavkaz: UMI VNTs RAS and RSO-A. (In Russ.)
- Abaturova, V. S. (2012). *Matematicheskoe modelirovanie v obuchenii matematike: Matematicheskoe modelirovanie kak sredstvo formirovaniya poznavatel'noj samostoyatel'nosti uchashchihsya*. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany. (In Russ.)
- Bim-Bad, B. M. (2002). *Pedagogicheskij enciklopedicheskij slovar'*. Moscow: Great Russian Encyclopedia. (In Russ.)
- Nakhman, A. D. (2014). Mathematical modeling as an innovative content line in the course of mathematics. *Bulletin of the Tula State University. Modern educational technologies in teaching natural sciences, 1* (13), 93-96. (In Russ., abstract in Eng.)
- Roslova, L. O. (2018). Functional mathematical literacy: what is meant by this and how to form. *Pedagogy, 10*, 48-56. (In Russ., abstract in Eng.)
- Perminova, L. M. (2015). Development of the didactic principle of scientificity in the context of modernity. *Domestic and foreign pedagogy, 4* (25), 63-75. (In Russ.)
- Razumovsky, V. G., Mayer, V. V. (2004). *Fizika v shkole: nauchnyj metod poznaniya i obuchenie*. Moscow: Vlado. (In Russ.)
- Samarsky, A. A., Mikhailov, A. P. (2002). *Matematicheskoe modelirovanie: Idei. Metody. Primery*. Moscow: FIZMATLIT. (In Russ.)
- Shaporinsky, S. A. (1981). *Obuchenie i nauchnoe poznanie*. Moscow: Pedagogy. (In Russ.)
- Shestakov, S. A. (2021). EGE 2021. *Matematika. Zadachi s ekonomicheskim soderzhanijem. Zadacha 17 (profil'nyj uroven')*. Moscow: MTSNMO. (In Russ.)
- Skatkin, M. N. (1950). O principah obucheniya v sovetskoj shkole. *Soviet Pedagogy*. (In Russ.)
- Smirnov, E. I., Abaturova, V. S. (2021). Mathematical literacy as a result of mastering modern achievements in science by students. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin, 6*(123), 29-37. DOI 10.20323/1813-145X-2021-6-123-29-37. (In Russ., abstract in Eng.)
- Zorina, L. Ya. (1978). *Didakticheskie osnovy formirovaniya sistemnosti znaniy starsheklassnikov*. Moscow: Pedagogy. (In Russ.)