

Методика формирования умений работать с графиками функций у учащихся основной общеобразовательной школы в условиях реализации межпредметных связей физики, математики и информатики

В информационном обществе все более востребованы умения воспринимать и перекодировать информацию, в частности информацию о явлениях разной природы (физических, химических, психологических, педагогических, социальных и т.п.), представленную с помощью графиков изменения с течением времени состояния того или иного объекта и графиков зависимости между величинами.

В условиях активного внедрения компьютерных технологий результаты современного физического эксперимента все чаще предъявляются в обработанном виде как графики функциональных зависимостей, которые требуют осмысления и интерпретации. Это создает потребность в формировании у школьников умений работать с графиками функций. Такие умения необходимы школьнику не только для овладения методами научного познания, но и для свободного обращения с различными источниками информации, что является обязательным условием успеха обучения в школе, в вузе и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Не случайно в новом Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования (ФГОС ООО) большое внимание уделено формированию функционально-графических представлений для описания и анализа реальных зависимостей. Причем в основу стандарта заложена идея о том, что «междисциплинарные знания являются одной из ключевых компетенций современного человека» (А.М. Кондаков). В связи с этим во ФГОС приведены требования не только к предметным, но и к метапредметным результатам освоения обучающимися основной образовательной программы.

Одним из важнейших межпредметных понятий является понятие «Функция» и ее наглядное представление – график функции. Соответствен-

но, как универсальные можно рассматривать действия по работе с графиками функций (умения школьников читать, строить и анализировать графики функций).

Наибольшие возможности для формирования таких умений предоставляют три школьных предмета: физика, математика и информатика. Это связано с тем, что на уроках физики графики используются при обработке данных эксперимента, полученных в ходе лабораторных и практических работ, при решении задач графическим методом и при изучении нового материала. На уроках математики графики функций применяют при изучении всех типов функций; при решении задач, уравнений, неравенств, систем неравенств и систем уравнений; с помощью графиков описывают основные свойства функции. На уроках информатики графики используют не только при решении задач и разборе теоретического материала, но и при изучении компьютерных программ, в каждой из которых выполняют построение графиков. При этом основой для формирования у учащихся умений работать с графиками функций в условиях реализации межпредметных связей является «Физика», поскольку в рамках именно этого предмета школьники изучают законы и явления природы, которые предоставляют наибольшие возможности для переноса на реальные жизненные ситуации.

Предмет исследования: методика формирования умений работать с графиками функций у учащихся основной общеобразовательной школы в условиях реализации межпредметных связей физики, математики и информатики.

Цель исследования: теоретически обосновать и разработать методику формирования умений работать с графиками функций у учащихся основной школы в условиях реализации межпредметных связей физики, математики и информатики.

В соответствии с поставленной целью и предметом исследования определены следующие задачи исследования:

1. На основе анализа научной, учебно-методической и учебной литературы выявить состояние проблемы формирования умений работать с графиками функций (УРГФ) у учащихся основной школы.
2. Определить психолого-педагогические основы методики формирования УРГФ.
3. Проанализировать состав УРГФ и выявить обобщенные способы работы с графиками, единые для трех школьных предметов (физика, математика, информатика).
4. Построить модель методики формирования УРГФ в условиях реализации межпредметных связей физики, математики и информатики.
5. Разработать учебно-методическое обеспечение реализации построенной модели.

Глава 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ РАБОТАТЬ С ГРАФИКАМИ ФУНКЦИЙ

На основе анализа психолого-педагогической и научно-методической литературы обоснована необходимость формирования умений работать с графиками функций на основе межпредметных связей с использованием единых требований, единого подхода и согласованной терминологии.

Такое формирование целесообразно проводить на базе трех школьных предметов: физики, математики и информатики. В учебниках и задачниках по этим трем школьным предметам содержится большое количество заданий на чтение, построение и анализ графиков.

На основе сравнительного анализа образовательных стандартов первого и второго поколения (ГОС 2004г. и ФГОС 2011г.) по физике, математике и информатике конкретизировано понятие УРГФ:

Умения работать с графиками (УРГФ) – это умения школьников читать, строить и анализировать графики функций. Чтение графика – извлечение информации из графика. Построение графика – перевод информации заданной в виде таблицы, формулы, текста или другого графика в графическую форму. Анализ графика – обнаружение зависимостей между величинами по графику, интерпретация полученных результатов, их объяснение и др.

Причем каждое из этих умений регламентировано в стандартах двояко: в стандарте первого поколения как учебные и общеучебные умения, а в стандарте второго поколения как предметные и метапредметные результаты обучения. Их конкретизация в стандартах позволила сделать вывод о том, что речь идет о способах деятельности, общих для физики, математики и информатики, которые могут быть освоены с разной степенью обобщенности. В связи с этим можно ввести понятие о двух уровнях формирования УРГФ: предметном и метапредметном.

Предметный уровень формирования УРГФ означает, что учащиеся справляются с заданиями физического содержания, а метапредметный уро-

вень – что учащиеся справляются с заданиями межпредметного содержания и с практическими заданиями, в которых представлена ситуация, близкая к реальной.

Очевидно, что УРГФ на метапредметном уровне не могут быть сформированы без реализации межпредметных связей. На современном этапе, в условиях перехода от знаниевой парадигмы образования к деятельностной, усилия исследователей в области межпредметных связей направлены, в первую очередь, на поиск способов формирования различных способов деятельности. Анализ литературы (А.Г. Асмолов, М.Ю. Демидова, Д.В. Татяченко, Г.П. Чернобровкина и др.) показал, что для обозначения таких способов авторы используют близкие по смыслу понятия: универсальные учебные действия, общеучебные умения и ключевые компетенции. Результаты сравнительного анализа этих понятий представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение понятий «универсальные учебные действия», «общеучебные умения», «ключевые компетенции»

Понятия	Универсальные учебные действия (УУД)	Общеучебные умения (ОУУ)	Ключевые компетенции
Определение	Действия, составляющие основу умения учиться, стимулирующие к саморазвитию, к самообразованию, к стремлению постоянно получать новые знания из различных источ-	Универсальные, одинаковые для многих школьных предметов способы получения и применения знаний.	Умения и навыки, значимые для любой области деятельности: учебы, работы, социальной и бытовой сферы. Они являются универсальными и применимыми в разных жизненных ситуациях.

	ников информации.		
Виды	1)личностные, 2)познавательные, 3)коммуникативные, 4)регулятивные.	1)учебно-организационные, 2)учебно-информационные, 3)учебно-коммуникативные умения.	1)ценностно-смысловые, 2)общекультурные, 3)учебно-познавательные, 4)информационные, 5)коммуникативные, 6)социально-трудовые, 7)компетенции личностного самосовершенствования.
Общее	Универсальность: широкая область применения, не ограниченная одним школьным предметом.		
Различие	Акцент на развитие личности учащихся, на создание базы для дальнейшего обучения.	Акцент на общность способов действий, формируемых на разных школьных предметах.	Не просто умения, а способность и готовность применять их на практике, в том числе в профессиональной деятельности.
	Учебные умения – универсальны в рамках школьного обучения.		Ключевые компетенции – универсальны и для внешкольной жизни.
Соотношение понятий между собой	ООУ – один из подвидов УУД (относится к познавательным УУД). УУД – умения, которые формируются в основной школе и создают базу для формирования ключевых компетенций в старшей и высшей школе.		

Из таблицы 1 видно, что все три понятия объединяет универсальность: широкая область применимости, не ограниченная одним школьным предметом. УРГФ можно отнести и к универсальным учебным действиям (создают базу для дальнейшего обучения), и к общеучебным умениям (универсальны для многих предметов) и к ключевым компетенциям (применяются и во внешкольной жизни).

В методике преподавания физики, математики и информатики имеются работы, в которых исследовались проблемы, связанные с графиками: формирование функциональной зависимости компьютерными средствами (Е.В. Никольский), развитие графической наглядности при изучении механики в курсе физики (М.М. Борис), формирование графической культуры (М.В. Лагунова, И.В. Чуганова) и т.д. Однако решение задачи формирования УРГФ на предметном и метапредметном уровне ни в одной из них не представлено.

Глава 2. ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЙ РАБОТАТЬ С ГРАФИКАМИ ФУНКЦИЙ

В качестве психолого-педагогической основы исследования был выбран деятельностный подход к обучению и, в частности, теория П.Я. Гальперина об ориентировочной деятельности. С опорой на эту теорию предложена основная идея методики: организовать обучение по третьему типу ориентировки, то есть с опорой на единые обобщенные способы, и спланировать согласованное их формирование на трех школьных предметах (физика, математика и информатика).

Модель методики формирования умений работать с графиками функций (см. схему 1) включает в себя четыре блока, описывающих организацию деятельности учителя по формированию у учащихся УРГФ: цель, способ достижения, средства достижения цели и планируемый результат.

Схема 1. Модель методики формирования умений работать с графиками функций

Цель деятельности учителей физики, математики и информатики	Сформировать умения работать с графиками функций на предметном и метапредметном уровне			
Способы достижения	Организация обучения по третьему типу ориентировки			
	Построение графиков	Обобщенные способы		Физика
	Чтение графиков			Математика
Анализ графиков	Информатика			
Средства достижения цели	Учебно-методическое обеспечение, включающее:			
	- материалы для учащихся (справочные материалы о графиках функций, задания для формирования УРГФ с использованием обобщенных способов работы с графиками, упражнения для предупреждения затруднений при работе с графиками, диагностические материалы);			
	- материалы для учителей физики, математики, информатики (методические рекомендации по формированию УРГФ, сценарии уроков, на которых организуется работа с графиками функций), позволяющие:			
организовать обучение на уроках физики, математики и информатики с использованием обобщенных способов работы с графиками	обеспечить учителей математики и информатики рекомендациями по формированию УРГФ	обеспечить учителей рекомендациями к выбору компьютерных программ, необходимых для работы с графиками	организовать работу учащихся по предупреждению затруднений при работе с графиками	
Планируемый результат	Учащиеся лучше справляются с заданиями физического содержания по работе с графиками функций, а также с заданиями межпредметного содержания и с практическими заданиями, в которых представлена ситуация, близкая к реальной.			

Согласно модели, способ достижения поставленной цели (сформировать УРГФ на предметном и метапредметном уровне) заключается в организации деятельности учащихся по освоению обобщенных способов чтения, построения и анализа графиков. На основе анализа заданий из учебников и сборников задач по физике, математике и информатике, было выделено четыре таких способа (ОС 1, ОС 2, ОС 3 и ОС 4).

Глава 3. ОБОБЩЕННЫЕ СПОСОБЫ РАБОТЫ С ГРАФИКАМИ ФУНКЦИЙ

I Чтение графиков.

Цель: извлечь информацию о процессе из графика (ОС1).

1. Какие величины отложены по координатным осям?
2. Каковы единицы каждой величины?
3. В каком масштабе они отложены на графике?
4. Какая из величин является независимой (аргументом), а какая зависимой (значением функции)?
5. Какая зависимость между величинами отражена на графике (зависимость ... от ...)?
6. Есть ли точка максимума? Чему соответствует эта точка?
7. Есть ли точка минимума? Чему соответствует эта точка?
8. Можно ли выделить характерные участки графика? Сколько таких участков представлено на графике функции?
9. Как можно охарактеризовать каждый участок графика?

II Построение графиков.

Цель: Построить график по таблице экспериментальных данных (ОС2).

1. Обозначить координатные оси.
2. Изобразить на координатной оси интервал изменения величин, соответствующий условиям задачи.
3. Изобразить масштабы каждой из осей.
4. Нанести соответствующие шкалы.
5. На осях указать обозначения и единицы величин.
6. Нанести на координатную плоскость точки, соответствующие данным таблицы.
7. Провести линию графика с учетом погрешностей.

III Анализ графиков (два обобщенных способа).

Цель 1: установить вид зависимости между величинами по графику (ОС 3).

1. Какие величины отложены по координатным осям?

2. Каковы единицы каждой величины?
3. В каком масштабе они отложены на графике?
4. Какая из величин является независимой (аргументом), а какая зависимой (функцией)?
5. Какая зависимость отражена на графике (зависимость ... от ...)?
6. Каков математический вид зависимости (прямая пропорциональность, ...)?
7. Сформулировать ответ на вопрос задачи.

Цель 2: интерпретировать график (описать ситуацию по графику) (ОС4)

Математическое описание графика:

1. Какая величина является аргументом (независимой), а какая значением функции (зависимой)?
2. Какие участки можно выделить на графике, как меняются на этих участках аргумент и функция?
3. Найти точки минимума, максимума, излома функции.

Описание ситуации задачи:

4. Какую ситуацию описывает график?
5. Какому явлению (процессу) соответствует эта ситуация?
6. Какие закономерности явления (процесса) необходимо учесть для ответа на вопрос задачи?

Сопоставление графика и ситуации задачи:

7. Какие явления (процессы, объекты) соответствуют каждому участку графика?
8. Чему в данной ситуации соответствуют точки максимума, минимума, изгиба функции?

Организация деятельности учащихся по формированию УРГФ осуществляется в четыре этапа, в ходе которых учащиеся учатся самостоятельно планировать и выполнять действия по работе с графиками функций в различных ситуациях.

1. Этап накопления опыта: под руководством учителя учащиеся решают 3-4 задачи в соответствии с обобщенным способом.

2. Этап составления обобщенного способа: под руководством учителя школьники анализируют решение предыдущих задач и по результатам этого анализа составляют обобщенный способ.

3. Этап применения обобщенного способа: школьники самостоятельно применяют обобщенный способ к решению 5-6 задач предметного содержания.

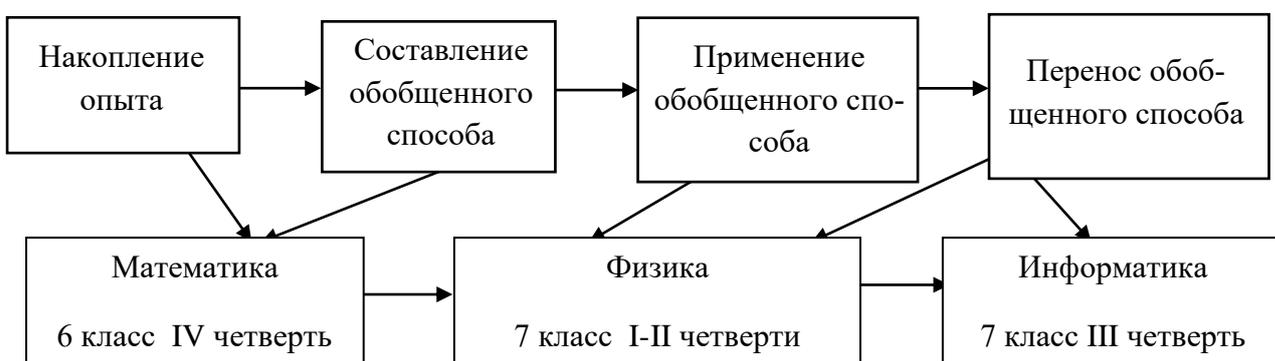
4. Этап переноса обобщенного способа. Школьники выполняют задания межпредметного содержания и практические задания, в которых представлена ситуация, близкая к реальной (4-5), в том числе с применением компьютерных программ.

Последний этап требует согласования терминов, которые применяются в разных школьных предметах. С этой целью составлен словарь соответствия математических и физических терминов, касающихся графиков функций, который приведен ниже.

Физика		Математика
Независимая величина	↔	Аргумент
Зависимая величина	↔	Значение функции
Промежуток, на котором определена независимая величина	↔	Область определения
Промежуток, на котором определена зависимая величина	↔	Область значения
Наибольшее значение независимой величины	↔	Точка максимума
Наименьшее значение независимой величины	↔	Точка минимума
При увеличении независимой величины увеличивается зависимая переменная	↔	Промежутки возрастания
Коэффициент пропорциональности	↔	Угловой коэффициент

Распределение этапов усвоения УРГФ по учебным предметам (физика, математика и информатика) определяется спецификой обобщенного способа. По чтению графиков достаточно много примеров на уроках математики в 6 классе, поэтому через первые два этапа учащихся можно провести в рамках школьного предмета «Математика», через третий – в рамках предмета «Физика», а четвертый этап организовать на уроках физики и информатики (см. схему 2).

Схема 2. Этапы освоения умений чтения графиков

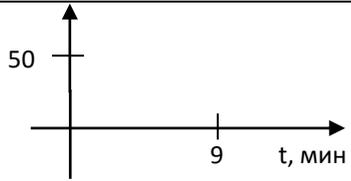
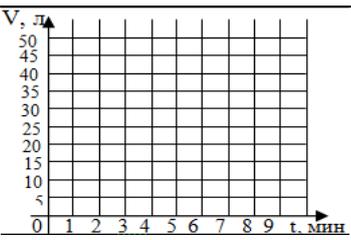
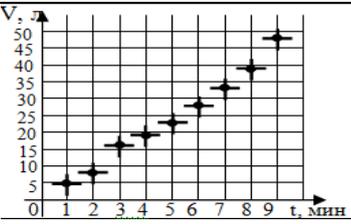
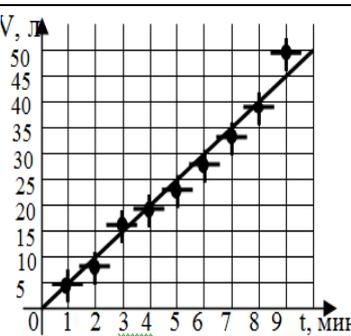


Аналогичным образом осуществляется распределение этапов освоения УРГФ по построению и анализу графиков.

Приведем примеры дидактических материалов, которые используются на разных этапах формирования УРГФ. Ниже представлена карточка для обучения построению графика по экспериментальным данным.

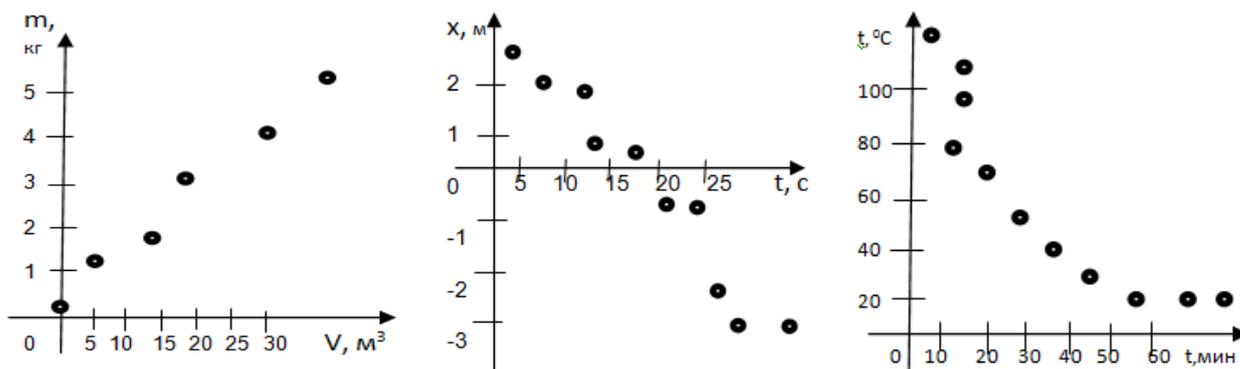
Задание. По экспериментальным данным, приведенным в таблице, постройте график зависимости объема крови, выбрасываемой сердцем в аорту, от времени (при 70 ударов в минуту).

t, мин	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V, л	4.5	8.7	15.1	16.8	23.2	27.9	31.5	37.6	50
Система действий				Указание			Результат		
1. Построить координатную плоскость. На осях указать обозначения и через запятую – единицы соответствующих физических величин.				По оси абсцисс отложить значения независимой переменной, а по оси ординат – зависимой.					

2. На каждой из осей выбрать и отметить тот интервал изменения физической величины, в которой велось исследование.	Не обязательно, чтобы на графике помещалось начало координат.	
3. Выбрать масштаб графика с учетом абсолютных погрешностей тех величин, которые откладываются по осям	Масштабы по каждой из осей выбирают независимо друг от друга	$0,5 \text{ см} = 1 \text{ мин}$ $0,5 \text{ см} = 5 \text{ л}$
4. Нанести шкалы на осях в виде равноотстоящих чисел.	Выбор этих чисел и густота их размещения в каждом конкретном случае должны обеспечивать наибольшую простоту нанесения и чтения шкал	
5. Нанести точки на координатную плоскость.		
6. Провести прямую так, чтобы она располагалась, возможно, близко ко всем точкам, и по обе ее стороны находилось равное их количество	Не следует стремиться проводить прямую через каждую точку. Поскольку точка на графике – это результат измерения, то он не абсолютно верен, в нем содержатся погрешности. Поэтому точки будут рассеяны около истинного результата	

Такого рода материалы используются на третьем этапе освоения обобщенных способов работы с графиками. При этом в ходе построения графиков по экспериментальным данным у учащихся могут возникнуть затруднения в выборе масштаба, проведении линии графика и т.п. С целью предупреждения такого рода затруднений учащимся предлагается выполнить специальные упражнения. Ниже приведен пример упражнения, которое служит для профилактики типичной ошибки учащихся: соединять линией графика все экспериментальные точки.

Упражнение. Постройте график по экспериментальным данным.



На четвертом этапе освоения УРГФ (перенос обобщенных способов на реальные ситуации с применением компьютерных программ) учащиеся работают с программой MS Excel. Выбор этой программы обусловлен тем, что, во-первых, возможности данной программы позволяют построить график по экспериментальным данным и, во-вторых, программа доступна как на уроках информатики, так и на уроках математики.

Таким образом, предлагаемая методика формирования УРГФ базируется на деятельностном подходе к обучению и предполагает обучение по третьему типу ориентировки. Единый подход реализуется на базе трех школьных дисциплин (физика, математика, информатика). При этом общим предметом усвоения являются четыре обобщенных способа, раскрывающие содержание следующих видов работы с графиками: извлечение информации о процессе или объекте, установление вида зависимости между физическими величинами, построение графика по экспериментальным данным, интерпретация графика (описание ситуации). Роль каждого предмета в формировании УРГФ определяется тем, какой этап освоения обобщенного способа (этап накопления опыта, этапы составления, применения и переноса обобщенного способа) реализуется в его рамках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа научной, учебно-методической и учебной литературы установлено, что состояние теории и практики формирования умений работать с графиками не отвечает требованиям образовательного стандарта. Конкретизированы цели формирования этих умений как предметных и метапредметных результатов обучения.

Обосновано, что для достижения этих целей необходимо организовывать работу по формированию умений работать с графиками функций на основе деятельностного подхода к обучению, в частности, по третьему типу ориентировки (с опорой на обобщенные способы работы с графиками, единые для разных школьных предметов).

Выделены обобщенные способы следующих видов работы с графиками функций: извлечение информации о процессе или объекте; построение графика по экспериментальным данным; установление вида зависимости между величинами; интерпретация графика (описание ситуации). Операционный состав каждого способа раскрыт как единый для трех школьных предметов (физика, математика, информатика).

Создана модель методики формирования у учащихся умений работать с графиками функций, включающая в себя четыре этапа (этап накопления опыта, этапы составления, применения и переноса обобщенного способа). Определена роль учебных предметов (физики, математики и информатики) в формировании каждого из перечисленных видов работы с графиками на каждом этапе.

Разработано учебно-методическое обеспечение реализации построенной модели:

- справочные материалы (по согласованию физических и математических терминов и математических знаний о графиках функций);

- задания по физике, математике, информатике и задания межпредметного содержания, направленные на формирование умений работать с графиками функций;

- система упражнений для предупреждения затруднений в работе с графиками функций;

- диагностические материалы для оценки качества усвоения умений на предметном и метапредметном уровне.

Доказано, что методика формирования умений работать с графиками в условиях реализации межпредметных связей физики, математики и информатики способствует повышению качества усвоения этих умений как на предметном, так и на метапредметном уровне.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что цель исследования достигнута, поставленные задачи решены.

Перспектива дальнейшей работы состоит в теоретическом обосновании и разработке методики формирования умений работать с графиками функций в 10-11 классах средней общеобразовательной школы, а также в возможном расширении области поиска на другие универсальные умения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов Ш.А. и др. Алгебра: Учебник для 7 классов общеобразовательных учреждений /Ш.А. Алимов, Ю.Н. Колягин, Ю.В. Сидоров и др. – М.: Просвещение, 2000.
2. Васильев Л.И., Даутова Б.В., Изергин Э.Т. Сборник задач по физике для 8 класса. – Уфа, 1994.
3. Виленкин Н.Я. и др. Алгебра для 9 классов: учебное пособие для учащихся школы и классов с углубленным изучением математики / Н.Я. Виленкин, Г.С. Сурвилло, А.С. Симонов, А.И. Кудевцев. – М.: Просвещение, 1998.
4. Единый государственный экзамен. Физика. Контрольно-измерительные материалы для единого государственного экзамена. //Физика в школе, 2013.
5. Ломов Б.Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии. – М.: Педагогика, 1991.
6. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учебник для 10-го класса общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2011.
7. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учебник для 11-го класса средней школы – М.: Просвещение, 2011.
8. Нуриев В.В., Даутова Б.В. Обучение учащихся графическому языку на уроках физики //Региональная школа-конференция для студентов, аспирантов и молодых учёных по математике и физике: Тезисы докладов. – Уфа: РИО БашГУ, 2012.
9. Нуриев В.В., Даутова Б.В. Обучение учащихся графическому языку на уроках физики //Региональная школа-конференция для студентов, аспирантов и молодых учёных по математике и физике: Том I. Физика. Материалы конференции. - Уфа: РИО БашГУ, 2012.
10. Оценка качества подготовки выпускников средней (полной) школы по физике /Сост. В.А. Коровин, В.А. Орлов, - М.: Дрофа, 2001.
11. Панов Н.А. Единый государственный экзамен. Физика. Типовые тестовые задания: Учебно-практическое пособие/ Н.А. Панов, С.А. Шабунин, Ф.Ф. Тихонин.- М.: Издательство «Экзамен», 2003.

12. Пёрышкин А.В. Физика: 7 класс: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – М.: Дрофа, 2013.
13. Пёрышкин А.В. Физика: 8 класс: Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – М.: Дрофа, 2013.
14. Программа для общеобразовательных учреждений. Математика: М., 2009.
15. Рымкевич. А.П. Сборник задач по физике: Для 7-9 классов средней школы. - М.: Просвещение, 1997.
16. Сборник задач по физике: Для 10-11 классов общеобразовательных учреждений/Сост. Г.Н. Степанова. – М.: Просвещение, 2001.
17. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы. - М.: Академия, 2000.
18. Цеков Хр. О развитии творческих способностей учащихся при использовании графического метода //Физика в школе, 2012.