

Министерство образования и науки Красноярского края  
Краевое казенное специализированное учреждение  
«Центр оценки качества образования»

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ  
О РЕЗУЛЬТАТАХ  
КРАЕВОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ  
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 8-Х КЛАССОВ  
ШКОЛ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Красноярск, 2013

В отчете представлены результаты краевой контрольной работы по физике для учащихся 8-го класса, которая проводилась в октябре 2013 года во всех учреждениях Красноярского края, реализующих программы основного общего образования. Отчет включает краткую характеристику измерительных материалов, описание основных результатов контрольной работы и анкетирования учителей физики по краю в целом, а также описание факторов, влияющих на результаты освоения основных предметных и метапредметных умений в области физики по итогам первого года изучения.

Отчет адресован широкому кругу специалистов: учителям физики, специалистам структур повышения квалификации, муниципальных методических служб, представителям органов управления образованием.

Отчет подготовлен:

Общая редакция:

Рябинина Л. А., Семенов С. В.

Составители:

Краснов П. О., Торгашина Н. Г., Чабан Т. Ю.

Подготовка и обработка данных:

Корешникова Ю. Н.

Корректурa:

Езовских О. В.



## СОДЕРЖАНИЕ

---

1. Назначение ККР8.....	5
2. Описание методов исследования .....	6
2.1. Основные подходы к разработке измерительных материалов .....	6
2.2. Структура контрольных измерительных материалов.....	6
2.3. Организация проведения ККР8 .....	10
3. Состав участников ККР8 .....	11
4. Основные результаты краевой контрольной работы.....	13
4.1. Анализ выполнения заданий.....	13
4.2. Распределение участников ККР8 по тестовому баллу .....	20
4.3. Анализ освоения отдельных групп умений .....	20
5. Факторы, влияющие на результаты ККР8.....	29
5.1. Результаты ККР8 по группам образовательных учреждений .....	29
5.2. Гендерные различия в результатах ККР8 .....	30
5.3. Влияние на результаты ККР8 образовательных ресурсов школ .....	31
5.3.1. Лабораторное оборудование .....	31
5.3.2. Цифровые образовательные ресурсы, программное обеспечение.....	33
5.4. Образовательные программы, УМК .....	36
5.5. Кадровые ресурсы школ.....	37
5.6. Организация учебного процесса .....	40
6. Выводы .....	46
7. Рекомендации.....	47
8. Список литературы .....	50

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ККР8

---

Краевая контрольная работа для оценки сформированности основных предметных и метапредметных умений в области физики по итогам первого года ее изучения (ККР8) разрабатывалась КГКСУ «Центр оценки качества образования» (ЦОКО) в 2011–13 гг. по заказу министерства образования и науки Красноярского края и в 2013–2014 учебном году была проведена на всей совокупности учеников 8-го класса общеобразовательных учреждений.

Работа призвана оценить уровень подготовки по физике с точки зрения вклада первого года обучения в формирование физического и в целом естественно-научного мышления и дать некоторые ориентиры при переходе на ФГОС основного общего образования.

Предметом оценки являлось качество владения основными понятиями и умениями, на освоение которых направлено обучение в 7-м классе, способность к самостоятельному анализу физических задач и поиску способов их решения на основе изученных физических моделей. Кроме того, в задачи процедуры входило выявление факторов, влияющих на уровень подготовки учащихся по физике. Для этого были собраны контекстные данные, характеризующие:

- используемые учебно-методические комплексы по физике;
- образование и квалификацию педагогов;
- оснащенность образовательного учреждения;
- способ преподавания предмета.

Результаты ККР8 не используются для сравнения школ и муниципальных образовательных систем. Основная задача – выявить как существующие дефициты, так и положительный опыт и улучшить практику преподавания, причем не только для тех групп учеников, которые впоследствии выберут физику как профильный предмет и будут сдавать экзамены по физике в рамках итоговой аттестации, но и для всех остальных, поскольку физика вносит ключевой вклад в формирование естественно-научного мышления, способов познания окружающего мира.

## **2. ОПИСАНИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. Основные подходы к разработке измерительных материалов**

В основу разработки измерительных материалов контрольной работы и, соответственно, отбора предметного содержания легло следующее представление о предмете изучения физики.

Физика изучает природу с помощью идеальных моделей, для описания которых используется математический аппарат (1). При этом модель в физике – упрощенная версия физической системы (процесса), сохраняющая ее (его) главные черты (2), в то время как физическая система – мысленно выделенная для анализа часть материального мира (3). Таким образом, любую физическую систему можно рассматривать как модель.

Под главными чертами физической системы (процесса) подразумеваются свойства, или параметры, данной системы, иначе называемые физическими величинами. Такое понимание физической величины следует из ее определения. В метрологии физическая величина определяется как «свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам (физическим системам, их состояниям и происходящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта» (4), или как характеристика одного из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), «общая в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта» (5).

Типичным примером физической системы в молекулярной физике является модель идеального газа, состояние которого можно описать набором таких параметров (физических величин), как объем, давление, температура (6).

Изучая количественные связи между физическими величинами, можно выявить частные закономерности. На основе таких закономерностей строится теория явлений (7). При этом устойчивые повторяющиеся объективные закономерности, существующие в природе, называются физическими законами (6). Поскольку физические процессы сопровождаются определенными физическими явлениями, можно утверждать, что изучение первых подразумевает изучение вторых и наоборот.

Таким образом, можно заключить, что предметом изучения физики являются различные модели, описывающие реальные физические процессы или явления. При этом каждая из моделей характеризуется набором физических величин и связывающих их законов. Это означает, что сформированное представление о том или ином природном объекте, процессе, явлении при изучении физики основывается на понимании смысла соответствующих физических величин и их взаимосвязей.

Отбор содержания и разработка структуры контрольной работы основывались на концепции модельного строения курса физики, где базовой моделью является представление о строении вещества.

### **2.2. Структура контрольных измерительных материалов**

Контрольные измерительные материалы разработаны в двух вариантах, отличающихся предметным содержанием – рассматриваемыми физическими

явлениями: в 1-м варианте теста рассматривается давление атмосферы на находящиеся в ней предметы и земную поверхность – *атмосферное давление*, во 2-м – переход одной модификации вещества (на примере олова) в другую, связанный с изменением его кристаллической решетки, – так называемая «оловянная чума».

Каждый вариант контрольной работы состоит из текста 1, где описываются исторические факты, связанные с данным физическим явлением; текста 2, поясняющего природу этого физического явления; рисунка и графика, которые его иллюстрируют; и набора заданий, проверяющих уровень сформированности представлений о модели рассматриваемого физического явления и способности использовать их для объяснения явлений окружающего мира.

Традиционный «знаниевый» компонент в разработанных КИМ сведен к минимуму: ученику не требуется помнить определения и формулы, за исключением формулы расчета плотности. Важно понимать суть рассматриваемого физического явления и физическую модель, которая его описывает.

Ключевым предметным содержанием является модель строения вещества на микро- и макроуровнях, когда его описание возможно как с позиции представления о движении и свойствах отдельных молекул, так и с позиции представления о свойствах их ансамблей, формирующих материальные объекты.

Задания контрольной работы сгруппированы в семь блоков по 2–4 задания, различающихся формой и уровнем сложности. Каждый блок направлен на проверку определенной группы умений (Таблица 1), освоение которых предполагается федеральным компонентом государственного стандарта основного общего образования по физике. При этом часть проверяемых умений можно квалифицировать как предметные (П) – формируемые в предметной области «Физика»; часть – как метапредметные (М)<sup>1</sup>, то есть формируемые не только средствами физики и характерные для всех предметов естественно-научного цикла. Некоторые умения включают как предметные, так и метапредметные компоненты (они обозначены «МП»).

Внутри блока задания распределены по сложности от меньшей (базовый уровень) к большей (повышенный и высокий уровень). В целом контрольная работа построена на работе с информацией, представленной в разной форме: текст, график, рисунок. При этом используется пять форм заданий: задания на установление соответствия,

---

<sup>1</sup> В Федеральном компоненте государственного образовательного стандарта 2004 г. и ФГОС можно выделить ряд общих учебных/метапредметных умений, ключевых для предметной области «Естественнознание»:

**Стандарт 2004 г.: Познавательная деятельность.** Использование для познания окружающего мира различных методов (наблюдение, измерение, опыт, эксперимент, моделирование и др.). Определение структуры объекта познания, поиск и выделение значимых функциональных связей и отношений между частями целого. Умение разделять процессы на этапы, звенья; выделение характерных причинно-следственных связей.

Исследование несложных практических ситуаций, выдвижение предположений, понимание необходимости их проверки на практике. Использование практических и лабораторных работ, несложных экспериментов для доказательства выдвигаемых предположений; описание результатов этих работ.

Творческое решение учебных и практических задач: умение мотивированно отказываться от образца, искать оригинальные решения.

**ФГОС:** умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы; умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач; смысловое чтение.

задания на установление правильной последовательности, задания с выбором ответа, с кратким ответом и с развернутым ответом.

1-й блок: задания 1–4 направлены на проверку умения находить (выявлять) физические величины и физические явления, описанные в условии задачи.

2-й блок: задания 5–7 направлены на проверку умения выделять главные параметры модели рассматриваемого физического явления.

3-й блок: задания 8–11 направлены на проверку умения выявлять и использовать функциональные связи между физическими величинами.

4-й блок: задания 12–14 направлены на проверку умения извлекать и использовать информацию, представленную в графическом виде.

5-й блок: задания 15–16 направлены на проверку умения выражать значения физических величин в единицах СИ и представлять их в различных масштабах.

6-й блок: задания 17–19 направлены на проверку умений различать причины и следствия физических явлений (устанавливать причинно-следственные связи).

7-й блок: задания 20 и 21 направлены на проверку умений понимать и анализировать информацию, применять модели для описания реальных объектов и явлений.

Таблица 1

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОВЕРЯЕМЫХ УМЕНИЙ

Блок	№ задания	Проверяемое умение	Тип умения
1	1	Находить указанные в тексте физические величины	МП <sup>2</sup>
	2	Отличать физические величины от иных терминов	П
	3	Выделять основные физические явления, описываемые в тексте	П
	4	Устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами	П
2	5	Выделять значимые физические величины при описании явления	П
	6	Выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления	П
	7	Выделять ключевую физическую величину при описании явления	П
3	8	Выражать физическую величину через другие физические величины	П
	9	Производить простейшие вычисления с использованием физических величин	П
	10	Производить простейшие вычисления с использованием двух зависимостей физических величин	П
	11	Решать задачи с неявным ходом решения	П
4	12	Читать информацию, представленную в графической форме	М

<sup>2</sup> М – метапредметное умение, П – предметное умение.



	13	Анализировать информацию, представленную в графической форме	М
	14	Работать с графическим представлением информации (извлекать и преобразовывать информацию)	МП
5	15	Преобразовывать единицы измерения	МП
	16	Работать с разными системами измерений	МП
6	17	Определять характер изменения параметров физического явления	П
	18	Определять условия протекания физических процессов	П
	19	Сопоставлять причины и следствия физических явлений	МП
7	20	Объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения	МП
	21	Понимать, анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения	МП

За каждый правильный ответ учащийся получает один балл. В заданиях №№ 4, 12, 18 может быть по два правильных ответа, в задании № 5 – три, задания № 20 и № 21 – политомические, оцениваемые 3 и 2 баллами соответственно. Таким образом, максимальный первичный балл за работу составляет 29 баллов.

КИМ разработаны в 2 вариантах. В 2011 году КИМ прошли апробацию на представительной региональной выборке, в которой приняли участие 684 ученика 8-го класса. В ходе апробации проведена оценка способности заданий дифференцировать учеников по уровню их подготовленности (дифференцирующей способности), соответствия тестовых заданий проверяемым умениям (содержательной валидности), а также эквивалентности вариантов тестов и согласованности заданий – в классической и современной теории тестирования.

Доработанный по результатам апробации инструментарий прошел внешнюю экспертизу, в ходе которой оценивалась содержательная валидность теста, соответствие кодификаторов требованиям федерального компонента государственного стандарта основного общего образования (2004 г.), структуре основных используемых в регионе образовательных программ и возрастным особенностям учащихся.

В 2012 году данный инструментарий был дополнен анкетами для учеников и администрации образовательного учреждения, которые включали вопросы, касающиеся ресурсов школ и условий образовательного процесса в тестируемых классах; организации преподавания физики в школе; интересов ученика, связанных с физикой; жизненных планов ученика и отдельных характеристик его семьи. В ноябре 2012 года на представительной региональной выборке было проведено тестирование и анкетирование 766 учащихся из 8 муниципальных образований, а также анкетирование представителей администрации школ, участвовавших в исследовании.

Некоторые из полученных в 2012 году данных использовались при интерпретации результатов ККР8 2013 года.

С отчетом о результатах исследования 2012 года (8), спецификацией и демоверсией ККР8 2013 года (9) (10) можно ознакомиться на сайте ЦОКО.

### 2.3. Организация проведения ККР8

В соответствии с «Инструкцией о проведении краевой контрольной работы по физике в VIII классах образовательных учреждений Красноярского края в 2013 году» краевая контрольная работа прошла одновременно во всех общеобразовательных учреждениях края 17 октября. Измерительные материалы тиражировались и доставлялись в школы представителями муниципальных органов управления образованием (МОУО). Пакет с КИМ мог быть вскрыт не ранее чем за 30 минут до начала контрольной работы. Представители МОУО присутствовали в школе при вскрытии пакета и в течение всего времени проведения работы. В краевых образовательных учреждениях внешнего наблюдателя не было, измерительные материалы они получали накануне проведения ККР8.

Проводили тестирование сотрудники школ, не преподающие физику. Учителя физики привлекались только к проверке трех заданий работы (№№ 7, 20 и 21), требующих экспертной оценки. Рекомендации по оцениванию направлялись муниципальным и школьным координаторам ККР8 после окончания тестирования. Ответы учеников на остальные 18 заданий работы образовательные учреждения вносили в электронные формы – их проверка выполнялась программными средствами. Дальнейшую обработку результатов выполнял ЦОКО.

Первичные баллы были переведены в тестовые баллы в 1000-балльной шкале. Кроме того, была проведена оценка уровня освоения каждой из семи групп умений, проверявшихся в контрольной работе. Таким образом, каждый ученик получил «профиль», отражающий уровень освоения им по итогам первого года изучения физики основных групп умений.

*Например: Иванов Иван*

Группа умений	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6	Группа 7
Уровень освоения	Повышенный	Низкий	Средний	Повышенный	Низкий	Средний	Очень низкий

На основании средних значений тестового балла по каждой группе умений был построен профиль каждого класса.

### 3. СОСТАВ УЧАСТНИКОВ ККР8

В 2013 году краевую контрольную работу по физике выполнял 22 161 ученик 8-го класса (в некоторых образовательных учреждениях, реализующих программы специального образования для детей с ограниченными возможностями здоровья, ККР8 могли выполнять учащиеся 10-го класса). Поскольку в ККР8 приняли участие 85,40% восьмиклассников общеобразовательных учреждений края, полученные результаты могут быть использованы для выводов о качестве освоения основных предметных и метапредметных умений в области физики по итогам первого года ее изучения в регионе в целом.

При анализе результатов ККР8 2012 года, помимо данных о выполнении отдельных заданий, освоении тех или иных умений, учитывалась следующая контекстная информация:

- пол учеников;
- тип населенного пункта, где расположено образовательное учреждение;
- тип образовательного учреждения;
- образовательная программа, по которой ведется обучение.

Состав участников ККР8 характеризуется следующими показателями.

Доли юношей и девушек практически равны (Таблица 2) – 50,78% и 49,22% соответственно.

Таблица 2

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ККР8 ПО ПОЛУ

Пол	Количество участников ККР8	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8
Женский	10 908	49,22%
Мужской	11 253	50,78%

Распределение учащихся по территориальной принадлежности образовательных учреждений представлено в Таблице 3.

Таблица 3

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ККР8 ПО ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Территориальная принадлежность ОУ	Количество участников ККР8	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8
г. Красноярск	6618	29,86%
Город с населением более 50 000 человек	6071	27,39%
Город с населением менее 50 000 человек	2226	10,04%
Поселок городского типа	1677	7,57%
Село	5569	25,13%

Как видно из приведенных данных (Таблица 3), четвертая часть участников ККР8 учатся в сельских школах и три четверти – в городских.

Распределение учащихся по группам образовательных учреждений представлено в Таблице 4 (в порядке убывания количества учеников).

Таблица 4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ККР8 ПО ГРУППАМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
УЧРЕЖДЕНИЙ

Тип ОУ	Количество участников ККР8	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8
Средние общеобразовательные школы	16 096	72,63%
Школы с особым статусом (гимназии, лицеи, школы с углубленным изучением отдельных предметов)	4748	21,43%
Основные общеобразовательные школы	897	4,05%
Кадетские корпуса и мариинские гимназии	387	1,74%
Краевые учреждения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья	33	0,15%

Как следует из данных (Таблица 4), более 70% участников ККР8 учатся в средних общеобразовательных школах, около 20% – в гимназиях, лицеях и школах с углубленным изучением отдельных предметов. Доля участников ККР8 школ для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (для слабовидящих, для глухих и слабослышащих детей, школы-интернаты санаторного типа) крайне мала и практически не повлияла на общекраевые данные.

## 4. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КРАЕВОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 4.1. Анализ выполнения заданий

Информация о выполнении отдельных заданий теста представлена ниже (Таблица 5).

Таблица 5

#### РЕШАЕМОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕСТА В ЦЕЛОМ ПО РЕГИОНУ

№ блока	№ задания	Проверяемое умение	Максимальный балл	Доля участников ККР8, выполнивших задание	
				полностью	частично
1	1	Находить указанные в тексте физические величины	1	83,24	–
	2	Отличать физические величины от иных терминов	1	87,23%	–
	3	Выделять основные физические явления, описываемые в тексте	1	53,22%	–
	4	Устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами	2	19,65%	40,40%
2	5	Выделять значимые физические величины при описании явления	3	27,81%	62,24%
	6	Выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления	1	20,38%	–
	7	Выделять ключевую физическую величину при описании явления	1	38,80%	–
3	8	Выражать физическую величину через другие физические величины	1	73,36%	–
	9	Производить простейшие вычисления с использованием физических величин	1	71,22%	–
	10	Производить простейшие вычисления с использованием двух зависимостей физических величин	1	61,22%	–
	11	Решать задачи с неявным ходом решения	1	39,46%	–
4	12	Читать информацию, представленную в графической форме	2	66,66%	17,40%
	13	Анализировать информацию, представленную в графической форме	1	40,35%	–

№ блока	№ задания	Проверяемое умение	Максимальный балл	Доля участников ККР8, выполнивших задание	
				полностью	частично
4	14	Работать с графическим представлением информации (извлекать и преобразовывать информацию)	1	46,92%	–
5	15	Преобразовывать единицы измерения	1	47,04%	–
	16	Работать с разными системами измерений	1	38,79%	–
6	17	Определять характер изменения параметров физического явления	1	49,61%	–
	18	Определять условия протекания физических процессов	2	41,47%	38,41%
	19	Сопоставлять причины и следствия физических явлений	1	53,05%	
7	20	Объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения	3	11,45%	51,64%
	21	Понимать, анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения	2	13,78%	38,42%

**Задание 1.** Задание с выбором ответа, связано с извлечением явной информации. Ученик должен был отметить физическую величину, упоминающуюся в текстах (блоке данных к тестовой работе), которые он прочитал. Более 83% восьмиклассников с ним успешно справились. В 1-м варианте контрольной работы около 15% учащихся выбрали дистрактор (неверный ответ) «сила», во 2-м варианте – чуть более 8% учащихся выбрали дистрактор «масса». Хотя в текстах 1-го варианта работы шла речь о действии верхних слоев атмосферы на нижние слои, а в текстах 2-го варианта упоминались плотность и объем, ни «сила», ни «масса» в явном виде не указывались. Соответственно, выбор неверных ответов может быть связан с тем, что восьмиклассники давали ответ на задание № 1, вообще не перечитывая тексты, полагаясь только на память, общее представление о прочитанных явлениях, либо они не поняли вопрос. В целом можно говорить о том, что 17% учеников 8-го класса не проявили навыки поискового чтения – необходимый элемент работы с данными в любой предметной области.

**Задание 2.** Задание с выбором ответа. В задании требовалось выбрать среди названий объектов и их свойств, упоминающихся в тексте задачи, термин, обозначающий физическую величину, опираясь на понятие физической величины как измеримой характеристики физического объекта, системы или процесса. Более 87% учащихся успешно справились с заданием. Это можно считать хорошим результатом. Тем не менее важно обратить внимание на то, что 3% тестируемых, работавших с 1-м вариантом, отметили термин «параллель», еще 7% – «молекула»; 7% и 5% учеников, работавших со 2-м вариантом, выбрали термины «ковкость» и «атом» соответственно.

Выбор неправильных вариантов говорит о том, что у этой группы учеников не сформировано представление о том, что такое «физическая величина» и что именно она является мерой некоторого свойства физического объекта, системы или процесса. Они не отличают физические величины от названий объектов физического мира или таких характеристик, которые не могут быть измерены (ковкость, цвет и т.п.).

**Задание 3.** Задание с выбором ответа, где требовалось выбрать название физического явления, описанию которого посвящены предъявленные тексты. Его нужно было, с одной стороны, отличить от явлений, не являющихся физическими, а с другой – от физических явлений, упомянутых в тексте, но не являющихся основным предметом описания. С этим заданием справились чуть более 53% школьников. Почти половине участников ККР8 оказалось трудно выделить ключевую информацию, общую для двух текстов, отделив главное от второстепенного. Так, каждый пятый восьмиклассник, выполнявший 1-й вариант работы, указал, что тексты 1 и 2 посвящены описанию разрежения воздуха, несмотря на то что в них рассказывалось о работе фонтана, ртутного термометра и механизме возникновения атмосферного давления.

**Задание 4.** Задание на установление соответствия. Его выполнили полностью правильно только около 20% участников ККР8. Еще чуть более 40% справились с заданием частично, установив верно одно из двух соответствий. В задании необходимо было выбрать среди пяти физических явлений те, которые могут быть охарактеризованы такими физическими величинами, как температура, масса, скорость или плотность. Иными словами, проверялась способность грамотно использовать язык физического описания явлений.

**Задание 5.** Задание предполагало оценку истинности утверждений о зависимости между физическими явлениями и некоторыми физическими величинами. Ученик должен был сделать вывод о том, можно ли с помощью той или иной величины описывать данное явление. При этом он мог опираться не только (и не столько) на знания, полученные в 7-м классе, но и на прочитанные тексты и собственные рассуждения. Тем не менее только около 28% учащихся справились с заданием полностью.

Основная часть учеников дали частично правильные ответы, верно оценив одно или два утверждения из трех. Так, например, почти 61% школьников, работавших над 1-м вариантом, считают, что высота ртутного столба в барометре влияет на атмосферное давление (хотя, очевидно, должно быть наоборот). 26% полагают, что атмосферное давление увеличивается или уменьшается в зависимости от площади поверхности тел, на которые оно действует. Около 48% учащихся, работавших над 2-м вариантом, считают, что можно визуально наблюдать изменение пластичности олова при его переходе из одной модификации в другую. Почти 36% уверены, что форма оловянного бруска в данном превращении не меняется, хотя в текстах 1 и 2 впрямую сказано, что при таком переходе оловянный брусок рассыпается в порошок, и это показано на фотографии.

Столь значительная доля неверных ответов указывает на то, что большинство учеников, более года изучавших физику и имеющих немалый опыт работы с естественно-научными текстами, не могут самостоятельно выделить существенные параметры модели, которая изучалась в 7-м классе, и установить связи между ними. Они либо связывают всё, что имеет сходную форму, упоминается в сходных контекстах

(например, смешивают давление атмосферы и давление твердых тел), либо неверно определяют направления этих связей.

**Задание 6.** Задание проверяло умение выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления. Задание требует основательной предметной подготовки: для его выполнения необходимо понимать природу того или иного физического явления; процессы в микромире (на уровне строения вещества), которые его вызывают. Верный ответ дали чуть более 20% участников исследования. Примерно половина учащихся в 1-м варианте выбрали в качестве верного ответа не «столкновение молекул воздуха с поверхностью тел», а «притяжение молекул воздуха к Земле», во 2-м варианте – не «изменение кристаллической решетки», а «соприкосновение серого олова с белым». Выбранные неверные ответы не лишены смысла. В первом случае верно указывается источник движения молекул воздуха, без которого давление молекул воздуха будет просто давлением газа, но не атмосферным давлением, но игнорируется само понятие давления как силы, действующей на *поверхность* тела. Пока нет соприкосновения с поверхностью – нет и давления. Во втором случае верно указывается одна из причин возникновения «оловянной чумы», но игнорируется информация о том, что превращение белого олова в серое может начаться и без такого соприкосновения – при достаточно низких температурах.

**Задание 7.** Задание проверяло умение выделять физическую величину на основе описания ее связей с другими величинами, что невозможно сделать без ясного представления о соответствующей физической модели. С этим заданием справились около 39% участников ККР8. Достаточно низкие результаты могут объясняться как тем, что в ходе изучения модели строения вещества в 7-м классе у учеников не сформировался язык ее описания, так и непониманием характера зависимости значения искомой величины от других параметров модели.

**Задание 8.** Задание проверяло знание формулы расчета плотности через массу и объем объекта. С ним успешно справились более 73% учащихся. При этом 22% (основная часть школьников, ответивших неправильно) определяют плотность как произведение массы на объем, что говорит о том, что четверть восьмиклассников не понимают сути ключевого понятия курса 7-го класса – плотности, не знают ее определения, не понимают единиц, в которых она измеряется (в свернутом виде они содержат эту формулу).

**Задание 9.** Задание проверяло умение вычислять объем куба, зная длину его стороны. С ним успешно справились чуть более 71% участников ККР8. При этом около 18% восьмиклассников вычисляют объем куба фактически суммированием его сторон.

**Задание 10.** Задание проверяло умение восьмиклассников производить простейшие вычисления с использованием физических величин. Его решение строится на использовании изученной формулы расчета плотности как отношения массы к объему (задание 8 проверяло знание этой формулы). При этом данные о плотности ученик должен был сам извлечь из прочитанных текстов. Задание успешно выполнили чуть более 61% учеников. Из учеников, успешно выполнивших задание № 9, 22% не справились с данным заданием, что говорит о том, что формулу расчета плотности они знают, но им трудно извлечь из текста исходные данные или выполнить несложные вычисления. Соизмеримые доли учащихся, выбравших каждый из дистракторов (от 5% до 19%), позволяют предположить, что многие ученики отвечали наугад.



**Задание 11.** Ход решения задания аналогичен тому, что используется в задании 10: в задании 10 нужно было рассчитать массу, в задании 11 – объем. Но при этом требовалось учесть и интерпретировать с физической точки зрения некоторые ограничения, связанные с описанной ситуацией, например, понять, что минимальный объем коробки, в которую может поместиться порошок серого олова, и есть его объем. И это снизило решаемость на треть. Задание 11 успешно выполнили только 39% участников.

Стоит отметить, что задания 9–11 были заданиями с выбором ответа, причем дистракторы были подобраны так, чтобы выявлять не случайные ошибки в арифметических вычислениях, а выбор неверного хода решения.

**Задание 12.** Задание на установление соответствия, в котором требовалось по графику найти ординаты двух точек, соответствующие заданным значениям их абсцисс. Решаемость задания показывает, что две трети (67%) восьмиклассников умеют это делать. Еще у 17% это умение формируется: они верно установили одно соответствие из двух.

**Задание 13.** Задание с кратким ответом предполагало самостоятельный расчет значения физической величины в результате анализа графика (графиков), где в 1-м варианте необходимо было определить разность ординат двух точек, имеющих одинаковые абсциссы, во 2-м варианте – разность абсцисс двух точек с одинаковыми ординатами. Верный ответ дали более 40% восьмиклассников.

**Задание 14.** Задание с выбором ответа. В задании требовалось дать прогноз изменения величины, представленной на оси ординат, при заданном изменении значения величины, представленной на оси абсцисс, опираясь на описанную графиком зависимость первой от второй. С заданием справились почти 47% учащихся. Большая доля учащихся (26% в 1-м варианте, 36% во 2-м варианте) правильно указали направление изменения (увеличение или уменьшение), но неправильно определили его кратность, посчитав зависимость ординат от абсцисс прямо пропорциональной. По их мнению, во сколько раз изменяется значение абсциссы, во столько раз изменяется значение ординаты. В действительности рассматриваемые зависимости не были прямо пропорциональными.

**Задание 15.** В задании требовалось представить значение величины в других единицах измерения той же системы единиц: в 1-м варианте миллиметры преобразовать в метры, во 2-м варианте микрометры преобразовать в миллиметры. С этой задачей (работой с разрядом числа) справились всего 47% восьмиклассников.

**Задание 16.** Задание предполагало перевод единиц измерения из одной системы в другую. Например, перевод дней в секунды, миллиметров ртутного столба в килопаскали. Задание успешно выполнили 39% школьников. Основная проблема, с которой столкнулись учащиеся, это правильное определение разряда и класса получаемого числа, что указывает на несформированность базовых вычислительных навыков.

**Задание 17.** В задании требовалось определить характер изменения физических величин (массы, объема, плотности, давления) в некоторой реальной ситуации. При ответе ученик мог опираться как на данные в условии задачи, так и на изученную физическую модель, изученные понятия. Неверные ответы свидетельствуют о том, что многие ключевые понятия были изучены формально, школьники не понимают их сути.

Так, например, каждый третий ученик, решавший 1-й вариант, ответил, что масса газа в плотно завязанном воздушном шарике при его подъеме вверх будет уменьшаться или увеличиваться. Вопросом о том, куда она при этом исчезает или откуда появляется в замкнутом пространстве, эта группа учеников не задается. Каждый четвертый ученик, выполнявший 2-й вариант работы (24%), уверен, что при понижении температуры масса постепенно рассыпающегося в порошок оловянного бруска будет уменьшаться. Это говорит о том, что ученики не понимают самой природы массы вещества.

Успешно с этим заданием справились 50% участников ККР8.

**Задание 18.** Задание на определение соответствия, в котором оценивалось умение определять условия протекания тех или иных физических процессов, что напрямую связано с пониманием связей между параметрами физической модели, описывающей рассматриваемое явление. Полностью с заданием справился 41% школьников. Еще 38% справились с заданием частично, правильно установив одно из двух соответствий.

**Задание 19.** Задание на установление правильной последовательности. Решение опирается на понимание описанной в задаче модели строения вещества или давления газа и умение устанавливать причинно-следственные связи. Правильно решили его 53% участников ККР8. Трудности связаны в основном с дефицитами в области метапредметных умений.

**Задание 20.** Задание предполагало развернутый ответ, в нем проверялось умение объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения. Он должен был быть основан на трех фактах, самостоятельно извлеченных из описания ситуации и верно связанных между собой. Лишь 11% участников ККР8 дали полностью обоснованный ответ. Еще 52% учеников указали хотя бы на одно обстоятельство, объясняющее описанные в тексте события, но не связали их с другими фактами или построили такие связи неверно. Например:

*Почему просочилось горючее из баков экспедиции Роберта Скотта?*

*Потому что при температуре  $-30$  олово превращается в порошок, и, видимо, баки были плохо скреплены (запаяны), мелкие частицы выпали или вылетели.*

Комментарий: ученик указывает на процесс, который объясняет трагедию экспедиции Роберта Скотта (превращение белого олова в серое), но дальнейшие рассуждения строятся без всякого учета этой информации.

37% участников ККР8 дали совершенно неверные ответы или пропустили это задание.

**Задание 21.** Задание также предполагало развернутый ответ. В нем проверялось умение анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения. Ученик должен был дать верный ответ и привести доказательства, основанные на физических законах. Полностью справились с заданием 14% учащихся, и еще 38% привели только один верный аргумент, объяснили ситуацию частично.

48% участников ККР8 не приступили к заданию или дали неверные ответы, например:

*Почему ухудшились результаты спортсменов в беге на средние и длинные дистанции при проведении в 1955 году Панамериканских игр в Мехико?*

*Из-за нагрева воздуха.*

*У них упало давление.*

*Потому что из-за разницы давления было непривычно бегать.*

*В Мехико давление ниже, чем на уровне моря.*

Комментарий: часть учеников объясняет приведенный факт только в контексте своего житейского опыта, не видя за этой ситуацией физической модели, с которой они только что работали. Значительная часть учеников связывают высоту, на которой расположен Мехико, с понижением атмосферного давления, но не делают следующего шага – связи более низкого давления с пониженной концентрацией в воздухе кислорода.

С высокой вероятностью можно предположить, что низкие результаты выполнения заданий 20 и 21 связаны с недостатком практики решения качественных задач и опыта построения развернутых логических обоснований своих выводов, возможно, с доминированием на уроках коммуникации «ученик – учитель», а не «ученик – ученик». В такой ситуации ученику не нужно быть убедительным: педагог «доставляет» за него ответ, сообщения и доклады слушают только учителя, они ни к кому больше не обращены.

Таким образом, **более половины** участников ККР8 успешно **справились с заданиями №№ 1–3, 8–10, 12 и 19**, проверявшими умения:

- находить указанные в тексте физические величины;
- отличать термины, обозначающие физические величины, от иных терминов;
- выделять основные физические явления, описываемые в тексте;
- выражать физическую величину через другие величины;
- производить простейшие вычисления с использованием физических величин;
- читать информацию, представленную в графической форме;
- сопоставлять причины и следствия физических явлений.

**Менее трети** участников **справились с заданиями №№ 4–6 и 20–21**, проверявшими умения:

- устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами;
- выделять значимые физические величины при описании явления;
- выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления;
- объяснять физическим (научным) языком наблюдаемые явления;
- анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения.

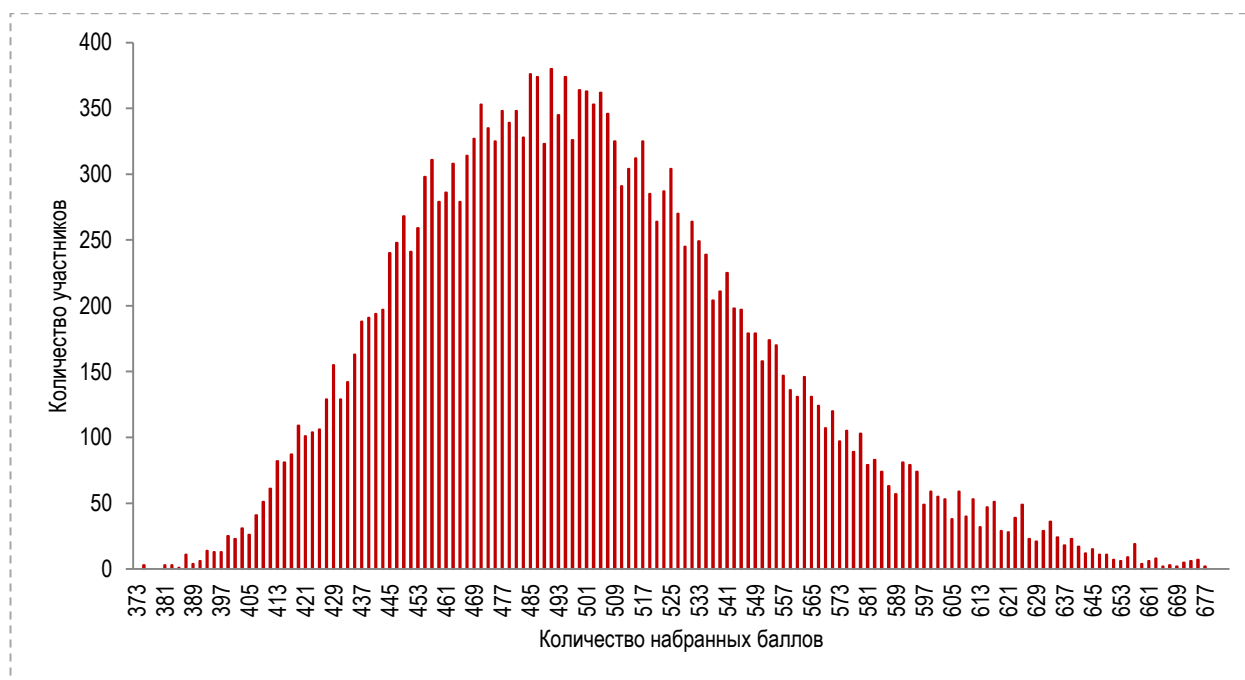
## 4.2. Распределение участников ККР8 по тестовому баллу

Первичные баллы, полученные каждым учеником за задания, были переведены в тестовые баллы следующим образом. Была рассчитана трудность каждого задания как отношение количества верных ответов к общему количеству участвующих в тестировании. Полученные коэффициенты трудности каждого задания или действия были использованы как весовые коэффициенты, и сумма первичных баллов за тест была преобразована в сумму весовых коэффициентов. Полученный итоговый балл был переведен в 1000-балльную шкалу.

Таким образом каждому участнику ККР8 был присвоен тестовый балл. Распределение тестовых баллов всех участников ККР8 представлено на диаграмме 1.

Диаграмма 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕСТОВЫХ БАЛЛОВ УЧАСТНИКОВ ККР8



Как видим, распределение является унимодальным, левосторонним, хотя и близким к нормальному, что говорит о том, что контрольная работа была для восьмиклассников достаточно трудной. Это согласуется с задачами оценки качества «вхождения» в предмет, предполагающей дифференциацию учеников, и выявления проблем и дефицитов, которые могут влиять на успешность дальнейшего изучения предметов естественно-научного цикла.

## 4.3. Анализ освоения отдельных групп умений

Поскольку задания контрольной работы сгруппированы в семь блоков, направленных на проверку определенной группы умений, тест был разбит на семь субтестов. Первичные баллы за каждый субтест были переведены в 1000-балльные шкалы, после чего статистическими методами все участники были разделены на 3–5 групп по уровням освоения каждой группы умений. Описание уровней освоения умений приведено в Таблице 6.

УРОВНИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГРУПП УМЕНИЙ, ПРОВЕРЯЕМЫХ  
В ККР8

Уровень освоения	Описание
<b>Группа умений № 1:</b> определение физических величин и физических явлений, описанных в условии задачи	
Высокий – от 529 до 686 баллов	<i>Ученики могут:</i> находить в тексте указанные физические величины; отличать физические величины от иных терминов; выделять основные физические явления, описываемые в тексте; устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами
Повышенный – 511-528 баллов	<i>Ученики могут:</i> находить указанные в тексте физические величины; отличать физические величины от иных терминов; выделять основные физические явления, описываемые в тексте
	<i>Ученики могут частично:</i> устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами
Средний – 486-510 баллов	<i>Ученики могут:</i> находить указанные в тексте физические величины, отличать физические величины от иных терминов
	<i>Ученики могут частично:</i> выделять основные физические явления, описываемые в тексте; устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами
Низкий – 460-485 баллов	<i>Ученики могут:</i> находить указанные в тексте физические величины, отличать физические величины от иных терминов
	<i>Ученики частично могут:</i> выделять основные физические явления, описываемые в тексте
	<i>Ученики не могут:</i> устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами
Очень низкий – 391-459 баллов (391 балл – минимальное значение по данной группе умений)	<i>Ученики могут:</i> находить указанные в тексте физические величины, отличать физические величины от иных терминов
	<i>Ученики не могут:</i> выделять основные физические явления, описываемые в тексте; устанавливать соответствие между физическими явлениями и физическими величинами
<b>Группа умений № 2:</b> выделение главных параметров модели физического явления	
Высокий – от 547 до 686 баллов	<i>Ученики могут:</i> выделять значимые физические величины при описании явления; выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления; выделять ключевую физическую величину при описании явления
Повышенный – 506–546 баллов	<i>Ученики могут:</i> выделять значимые физические величины при описании явления
	<i>Ученики частично могут:</i> выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления; выделять ключевую физическую величину при описании явления
Средний – 479–505 баллов	<i>Ученики могут:</i> выделять значимые физические величины при описании явления
	<i>Ученики не могут:</i> выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления; выделять ключевую физическую величину при описании явления

Низкий – 462–478 баллов	<i>Ученики могут частично:</i> выделять значимые физические величины при описании явления
	<i>Ученики не могут:</i> выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления; выделять ключевую физическую величину при описании явления
Очень низкий – 416–461 (416 баллов – минимальное значение по данной группе умений)	<i>Ученики не могут:</i> выделять значимые физические величины при описании явления; выделять ключевой процесс, лежащий в основе физического явления; выделять ключевую физическую величину при описании явления
<b>Группа умений № 3:</b> выделение функциональных связей между физическими величинами	
Высокий – от 534 до 686	<i>Ученики могут:</i> выражать физическую величину через другие физические величины, производить простейшие вычисления с использованием физических величин, производить простейшие вычисления с использованием двух зависимостей физических величин, решать задачи с неявным ходом решения
Повышенный – 507–533 балла	<i>Ученики могут:</i> выражать физическую величину через другие физические величины, производить простейшие вычисления с использованием физических величин, производить простейшие вычисления с использованием двух зависимостей физических величин
	<i>Ученики не могут:</i> решать задачи с неявным ходом решения
Средний – 475–506 баллов	<i>Ученики могут:</i> производить простейшие вычисления с использованием двух зависимостей физических величин
	<i>Ученики могут частично:</i> выражать физическую величину через другие физические величины, производить простейшие вычисления с использованием физических величин
	<i>Ученики не могут:</i> решать задачи с неявным ходом решения
Низкий – 456–474 балла	<i>Ученики могут частично:</i> выражать физическую величину через другие физические величины, производить простейшие вычисления с использованием физических величин.
	<i>Ученики не могут:</i> производить простейшие вычисления с использованием двух зависимостей физических величин, решать задачи с неявным ходом решения
Очень низкий – 407–455 (407 баллов – минимальное значение по данной группе умений)	<i>Ученики могут частично:</i> производить простейшие вычисления с использованием физических величин
	<i>Ученики не могут:</i> выражать физическую величину через другие физические величины, производить простейшие вычисления с использованием двух зависимостей физических величин, решать задачи с неявным ходом решения
<b>Группа умений № 4:</b> извлечение и использование информации, представленной в графическом виде	
Высокий – от 543 до 686 баллов	<i>Ученики могут:</i> читать информацию, представленную в графической форме; анализировать информацию, представленную в графической форме; работать с графическим представлением информации (извлекать и преобразовывать информацию)

Повышенный – 507–542 балла	<i>Ученики могут:</i> читать информацию, представленную в графической форме; работать с графическим представлением информации (извлекать и преобразовывать информацию)
	<i>Ученики могут частично:</i> анализировать информацию, представленную в графической форме
Средний – 469–506 баллов	<i>Ученики могут:</i> читать информацию, представленную в графической форме
	<i>Ученики не могут:</i> анализировать информацию, представленную в графической форме; работать с графическим представлением информации (извлекать и преобразовывать информацию)
Низкий – 442–468 баллов	<i>Ученики могут частично:</i> читать информацию, представленную в графической форме
	<i>Ученики не могут:</i> анализировать информацию, представленную в графической форме; работать с графическим представлением информации (извлекать и преобразовывать информацию)
Очень низкий – 412-441 балл (412 баллов – минимальное значение по данной группе умений)	<i>Ученики не могут:</i> читать информацию, представленную в графической форме; анализировать информацию, представленную в графической форме; работать с графическим представлением информации (извлекать и преобразовывать информацию)

**Группа умений № 5:** выражение значения физических величин в единицах СИ и представление их в различных масштабах

Высокий – от 511 до 686 баллов	<i>Ученики могут:</i> работать с разными системами измерений
Средний – 445–510 баллов	<i>Ученики могут:</i> преобразовывать единицы измерения
Низкий – 444 балла (минимальное значение по данной группе умений)	<i>Ученики не могут:</i> преобразовывать единицы измерения; работать с разными системами измерений

**Группа умений № 6:** установление причинно-следственных связей между физическими явлениями

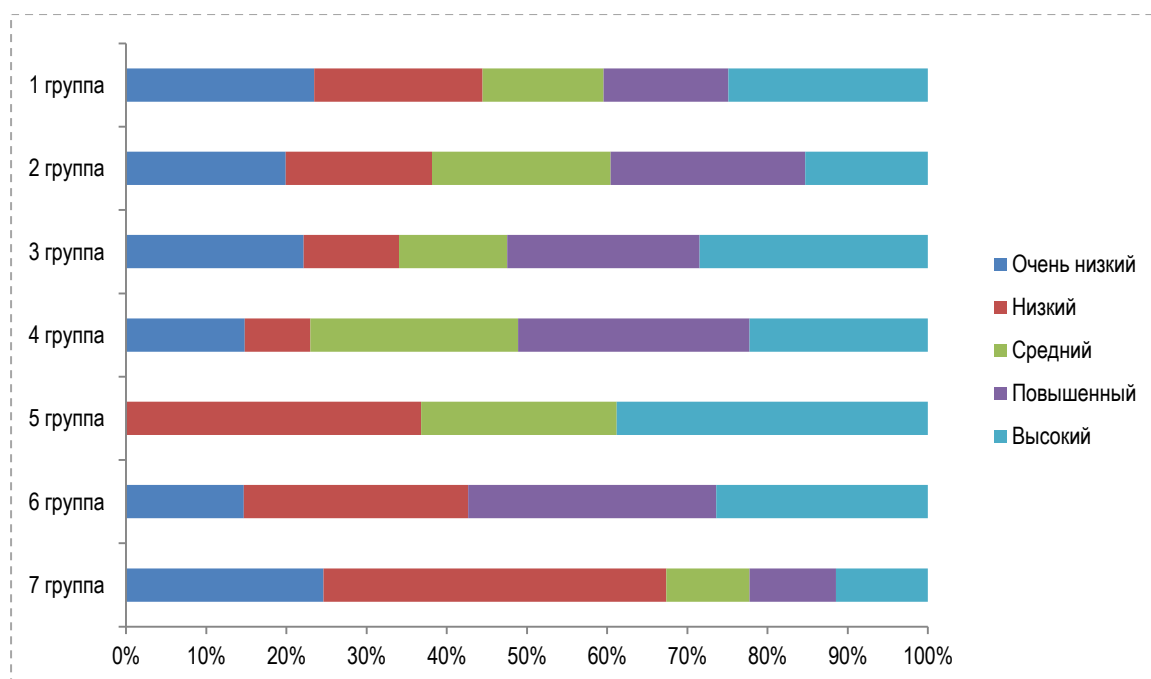
Высокий – от 533 до 686 баллов	<i>Ученики могут:</i> определять характер изменения параметров физического явления, определять условия протекания физических процессов
	<i>Ученики могут частично:</i> сопоставлять причины и следствия физических явлений
Повышенный – 487-532 балла	<i>Ученики могут частично:</i> определять характер изменения параметров физического явления, определять условия протекания физических процессов, сопоставлять причины и следствия физических явлений
Низкий – 445-486 баллов	<i>Ученики могут частично:</i> определять условия протекания физических процессов, сопоставлять причины и следствия физических явлений
	<i>Ученики не могут:</i> определять характер изменения параметров физического явления

Очень низкий – 404–444 балла (404 балла – минимальное значение по данной группе умений)	<i>Ученики не могут:</i> определять характер изменения параметров физического явления, определять условия протекания физических процессов, сопоставлять причины и следствия физических явлений
<b>Группа умений № 7:</b> анализ информации, применение физических моделей для описания реальных объектов и явлений	
Высокий – от 577 до 686 баллов	<i>Ученики могут:</i> объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения; понимать, анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения
Повышенный – 513–576 баллов	<i>Ученики могут:</i> понимать, анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения
	<i>Ученики могут частично:</i> объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения
Средний – 494–512 баллов	<i>Ученики могут частично:</i> объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения; понимать, анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения
Низкий – 472–493 балла	<i>Ученики могут частично:</i> объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения
	<i>Ученики не могут:</i> понимать, анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения
Очень низкий – 467–471 балл (467 баллов – минимальное значение по данной группе умений)	<i>Ученики не могут:</i> объяснять наблюдаемые явления с физической точки зрения; понимать, анализировать и интерпретировать информацию с физической точки зрения

Ниже (Диаграмма 2) представлено распределение участников ККР8 по уровням освоения каждой группы умений в целом по региону.



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ККР8  
ПО УРОВНЯМ ОСВОЕНИЯ ГРУПП УМЕНИЙ



- Группа 1. Определение физических величин и физических явлений, описанных в условии задачи.
- Группа 2. Выделение главных параметров модели физического явления.
- Группа 3. Выделение функциональных связей между физическими величинами.
- Группа 4. Извлечение и использование информации, представленной в графическом виде.
- Группа 5. Выражение значения физических величин в единицах СИ и представление их в различных масштабах.
- Группа 6. Установление причинно-следственных связей между физическими явлениями.
- Группа 7. Анализ информации, применение физических моделей для описания реальных объектов и явлений.

Поскольку в разных группах умений выделялось от 3 до 5 уровней освоения, при анализе их освоения целесообразно ориентироваться на следующие показатели: доля (%) освоивших эту группу умений на уровне выше среднего (высоком и повышенном, если повышенный уровень выделялся) и ниже среднего (низком и очень низком, если очень низкий уровень выделялся).

Анализируя эти показатели последовательно по каждой группе умений, можно отметить следующее.

**Первая** группа умений. 41% восьмиклассников, принявших участие в ККР8, могут вычленив из условия задачи, описания реальной ситуации физические величины и физические явления, о которых идет речь, иными словами, перевести такое описание на язык физики (разумеется, в пределах изученных тем). 44% этого пока не умеют. И здесь можно выделить две основные причины. Первая – это недостаточная сформированность читательской грамотности, включающей в себя умения как находить

в тексте конкретные сведения, так и обобщать, анализировать информацию, самостоятельно делать на основе прочитанного выводы, использовать информацию из текста для решения широкого круга собственных задач, в том числе учебных.

Результаты ККР8 позволяют говорить о том, что почти половина восьмиклассников не могут извлечь из текста данные, представленные даже в явной форме, и выделить основной предмет сообщения. Другой причиной, как уже отмечалось, является несформированность таких базовых понятий, как «физическая величина» и «физическое явление».

Показатели освоения **второй** группы умений сопоставимы с приведенными выше: 39% достаточно уверенно выделяют ключевые параметры модели описанного физического явления и понимают их связь. 38% с этим не справляются. Доля учеников, показавших низкий и очень низкий уровень освоения второй группы умений, значимо ниже, чем умений первой группы. Это объясняется тем, что некоторые задания этого блока (те, где нужно было определить направление изменения отдельных свойств и параметров объекта в физическом процессе или явлении) не требовали владения физическими понятиями – их можно было выполнить, ориентируясь на здравый смысл, логические рассуждения.

В заданиях **третьего** блока фактически проверялись умения определять взаимную функциональную связь между массой, плотностью и объемом некоторого объекта и рассчитывать объем, зная линейные размеры объекта. Над этим много работают и на уроках физики, и на уроках математики, поэтому основная часть учащихся (52%) справились с этими заданиями. 34% не справились. Стоит отметить, что ряд испытуемых, продемонстрировавших низкий и очень низкий уровень в данной группе умений, правильно определили функциональную связь между параметрами, но неправильно произвели элементарнейшие математические вычисления. Это означает, что в начале 8-го класса каждый третий ученик владеет базовыми математическими навыками настолько слабо, что оказывается не способен работать с математическим аппаратом физических моделей, не может решать простейшие расчетные задачи.

Умения **четвертой** группы, касающиеся работы с графическим представлением информации, освоены достаточно успешно. 51% участников ККР8 умеют читать графики и анализировать на их основе физические процессы (более успешная работа с графической информацией, чем с текстовой, может объясняться тем, что текст структурирован, организован сложнее). Еще 26% восьмиклассников (доля показавших средний уровень) достаточно уверенно находят на графиках данные, используя стандартные способы поиска (поиск значения на оси  $x$  при известном значении на оси  $y$  и наоборот). Отвечать на косвенный вопрос, который требует некоторого перестраивания этого способа (поиск значений на оси абсцисс, которые соответствуют заданной разнице ординат, и т.п.), большинству из этой группы учеников не удается. Уровни освоения ниже среднего в четвертой группе умений показали только 23% учеников (в других группах умений доля слабых результатов выше).

Поскольку на уроках физики в 7-м классе деятельность, связанная с построением и анализом графиков физических процессов, – явление довольно редкое, можно предположить, что достаточно высокий результат связан с навыками, приобретенными в курсе математики. Это в очередной раз демонстрирует значимость для изучения физики хорошей математической подготовки. Заметим, что выводам по предыдущей

группе умений это не противоречит, поскольку в курсе математики выделяется несколько предметных линий, в которых ученики могут быть успешны в разной степени. Если навыки построения и анализа графиков позволяют решать достаточно обширный класс физических задач, то уровень сформированности вычислительных навыков оказывается недостаточным.

В **пятой** группе умений, связанных с выражением значения физических величин в единицах СИ и проверявшихся двумя заданиями, выделялось только три уровня учебных достижений – низкий, средний и высокий. 39% верно преобразуют единицы измерения, переводят их из одной системы в другую. 37% делают такой перевод некорректно. При этом большая часть учеников из последней группы смогли правильно определить цифры необходимых значений, но неверно определили разряд и порядок числа. И это еще одно проявление дефицитов в области вычислительных навыков.

Стоит отметить, что учителя физики более 70% классов, участвовавших в ККР8, называют в числе основных причин трудностей при изучении физики недостаточную математическую подготовку и читательскую грамотность учеников (Таблица 29).

В **шестой** группе умений выделилось четыре уровня – очень низкий, низкий, повышенный и высокий (средний уровень не продемонстрировал никто). 57% учеников верно устанавливают причинно-следственные связи между физическими явлениями. 43% этих связей не видят и не понимают. Такой результат может объясняться как недостаточной глубиной усвоения таких понятий, как масса, плотность и др., так и несформированностью метапредметных умений – анализировать текст, делать выводы на его основе, выявлять причинно-следственные зависимости.

Самые низкие результаты были продемонстрированы в **седьмой** группе умений, связанных с применением того, что изучено, прочитано, для интерпретации реальных фактов с физической точки зрения. Доля учеников, умеющих это делать, втрое меньше, чем доля тех, кому это совершенно не удается, – 22% и 68% соответственно. Эти данные говорят, с одной стороны, о том, что семь лет обучения не дают подростку достаточного опыта построения развернутых логических обоснований своих выводов, а с другой – о том, что ученики не могут сопоставить модели изучаемых физических явлений и сами явления. Для них изучаемый на уроках физики материал никак не связан с окружающим миром, а физика, скорее всего, лишь предмет, на котором нужно выполнять определенные формальные операции, воспроизводить некоторые определения, формулы и алгоритмы.

При этом, как показало проведенное сотрудниками ЦОКО в 2012 году анкетирование учеников 8-го класса, собственный интерес подростков к познанию окружающего мира достаточно высок. 53% восьмиклассников относят физику к интересным для себя предметам. 14% уже в 8-м классе дополнительно занимаются физикой вне своего образовательного учреждения. От 40% до 56% самостоятельно ставят дома эксперименты, собирают или ремонтируют технику. 14% темы и сюжеты, затронутые на уроках физики, «часто» или «очень часто» подвигают к дальнейшему их самостоятельному изучению или размышлениям.

Но, по всей видимости, практика обучения далеко не всегда отвечает на этот интерес.

Приведенные выводы подтверждаются данными о средней решаемости заданий на каждую группу умений (Таблица 7).

СРЕДНЯЯ РЕШАЕМОСТЬ ЗАДАНИЙ ПО ГРУППАМ ПРОВЕРЯЕМЫХ  
УМЕНИЙ

№	Группы умений	Средняя решаемость
1	Определение физических величин и физических явлений, описанных в условии задачи	60,67%
2	Выделение главных параметров модели физического явления	48,49%
3	Выделение функциональных связей между физическими величинами	61,31%
4	Извлечение и использование информации, представленной в графическом виде	59,50%
5	Выражение значения физических величин в единицах СИ и представление их в различных масштабах	42,92%
6	Установление причинно-следственных связей между физическими явлениями	56,00%
7	Анализ информации, применение физических моделей для описания реальных объектов и явлений	33,47%

Как видим, самые высокие результаты фиксируются по третьей группе умений, которую можно охарактеризовать так: «школьная физика в стандартном предъявлении»: выбор известной формулы, несложная расчетная задача без лишних данных и т.п. А самые низкие – в заданиях, требующих понимания природы физических явлений и процессов в контексте реальной действительности и предъявления этого понимания.

## 5. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ККР8

### 5.1. Результаты ККР8 по группам образовательных учреждений

Тип населенного пункта, в котором расположена школа, и тип самого образовательного учреждения, по данным многочисленных исследований, относятся к факторам, влияющим на образовательные результаты. Связь с ними подтвердилась и при анализе результатов ККР8. Средний тестовый балл тем выше, чем крупнее населенный пункт. Результаты школ с особым статусом (гимназий, лицеев, школ с углубленным изучением отдельных предметов), а также группы кадетских корпусов и мариинских гимназий статистически значимо выше, чем результаты средних образовательных школ.

Таблица 8

СРЕДНИЙ ТЕСТОВЫЙ БАЛЛ УЧАСТНИКОВ ККР8  
ИЗ РАЗНЫХ ГРУПП ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Группа образовательных учреждений	Средний тестовый балл
Школы с особым статусом г. Красноярск	520
Средние общеобразовательные школы г. Красноярск	500
Школы с особым статусом городов с населением 50 тыс. чел. и более	515
Средние общеобразовательные школы городов с населением 50 тыс. чел. и более	496
Средние общеобразовательные школы городов с населением менее 50 тыс. чел.	494
Средние общеобразовательные школы поселков городского типа	491
Сельские средние общеобразовательные школы	492
Кадетские корпуса и мариинские гимназии	516

Из дальнейшего статистического анализа была исключена группа основных общеобразовательных школ (ООШ), поскольку многие школы такого типа участвовали в ККР8 как филиалы средних общеобразовательных школ (СОШ), а также учреждения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и кадетские корпуса и мариинские гимназии ввиду малой численности учащихся в обеих этих группах (менее 2% от числа участников ККР8).

Для сравнения результатов групп и установления статистической значимости (или незначимости) различий использовался непараметрический критерий для независимых выборок<sup>3</sup> (11).

<sup>3</sup> Критерий Краскела – Уоллиса при уровне значимости 0,05. Выбор критерия обусловлен распределением данных, полученных по итогам проведения исследования. Во всех выделенных для анализа группах оно левостороннее унимодальное, дисперсии не равны (F-критерий). Критерий Краскела – Уоллиса является альтернативой одномерному дисперсионному анализу для данных с несколькими группами. Выводы основаны на проверке гипотезы о равенстве среднего балла в группах, задаваемых факторами.

При анализе результатов ККР8 также учитывалась информация о половой принадлежности ученика и контекстная информация, полученная в результате анкетирования учителей, преподающих физику в 8-х классах. Были собраны данные, характеризующие условия обучения:

- используемые учебно-методические комплексы по физике;
- образование и квалификацию педагогов;
- оснащенность образовательного учреждения лабораторным оборудованием, учебно-методической литературой, программным обеспечением и цифровыми образовательными ресурсами;
- способ преподавания предмета.

Кроме того, анкета содержала три вопроса, где учителя могли высказать свое мнение о причинах трудностей при освоении курса физики в 7–8-м классе, о соответствии используемых учебников требованиям ФГОС, а также высказать замечания и предложения по доработке измерительных материалов.

В анкетировании приняли участие учителя физики 1383 классов из 914 школ края.

## 5.2. Гендерные различия в результатах ККР8

Значимых различий в результатах выполнения ККР8 юношами и девушками не обнаружено. Средний тестовый балл в группе юношей составляет 499,42, в группе девушек – 500,55.

Существенных различий не зафиксировано не только по общим результатам работы, но и ни по одной группе умений (Таблица 9), что опровергает устойчивое представление о физике как «мужском» предмете. Возможно, при последующем изучении физики, особенно в ее прикладных аспектах (электрические цепи, устройство подъемных механизмов, двигателя внутреннего сгорания и т.п.), эти различия появятся, но по итогам первого года изучения предмета, главная задача которого – ввести в физическую картину мира и заложить основы естественно-научного мышления, – девушки ничуть не уступают юношам и даже чуть более успешны – в основном за счет заданий на третью группу умений, которые по типу похожи на те, что обычно представлены на уроках.

Таблица 9

СРЕДНЯЯ РЕШАЕМОСТЬ ЗАДАНИЙ ПО ГРУППАМ ПРОВЕРЯЕМЫХ  
УМЕНИЙ СРЕДИ ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК

№	Группы умений	Средняя решаемость	
		юноши	девушки
1	Определение физических величин и физических явлений, описанных в условии задачи	60,81%	60,53%
2	Выделение главных параметров модели физического явления	48,42%	48,56%
3	Выделение функциональных связей между физическими величинами	59,45%	63,24%
4	Извлечение и использование информации, представленной в графическом виде	59,92%	59,07%

№	Группы умений	Средняя решаемость	
		юноши	девушки
5	Выражение значения физических величин в единицах СИ и представление их в различных масштабах	42,89%	42,95%
6	Установление причинно-следственных связей между физическими явлениями	56,32%	55,67%
7	Анализ информации, применение физических моделей для описания реальных объектов и явлений	32,96%	33,99%

### 5.3. Влияние на результаты ККР8 образовательных ресурсов школ

В Таблицах 10–18 приведены сведения о некоторых образовательных ресурсах школ, которые могут оказывать влияние на успешность преподавания физики.

#### 5.3.1. Лабораторное оборудование

Как показывают данные (Таблица 10), почти половина участников ККР8 (43%) обучаются в школах, располагающих лишь минимальным набором лабораторного оборудования, необходимым для обеспечения ФГОС. Исследование 2012 года показало, что в значительной части школ оно морально и физически устарело, при этом физические исследовательские лаборатории удалось создать и в некоторых школах, где набор лабораторного оборудования минимален.

Таблица 10

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОСНАЩЕННОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ЛАБОРАТОРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

*Имеет ли Ваша школа необходимое для успешного преподавания физики лабораторное оборудование?*

	Количество учащихся	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8	Средний тестовый балл данной группы учащихся
Минимальный набор, необходимый для обеспечения ФГОС	9501	42,87%	497
Достаточный набор для обеспечения вариативности образования	11 557	52,15%	502
Избыточный набор для обеспечения вариативности образования и проведения проектно-исследовательских работ (дополнительного образования)	201	0,91%	512
Информации нет	902	4,07%	–

Средний тестовый балл школ, располагающих только минимальным набором лабораторного оборудования, статистически значимо ниже, чем в школах, где

оборудование физических лабораторий достаточно для обеспечения вариативности образования<sup>4</sup>.



Положительная связь<sup>5</sup> между степенью оснащённости лабораторным оборудованием и результатами ККР<sup>8</sup> объяснима. В предметах естественно-научного цикла экспериментальная работа является основным инструментом познания окружающего мира. Именно в результате практической деятельности в мышлении возникают связи между реальными физическими объектами (явлениями) и их модельным описанием. Опираясь только на свой жизненный опыт, связанный с наблюдением за теми или иными физическими процессами, ученики не могут в полной мере уяснить модели тех объектов и явлений, с которыми они не работали на практике.

Однако углубленный анализ данных показывает, что влияние такого фактора, как оснащённость лабораторным оборудованием, различно в разных социоэкономических условиях (Таблица 11, Таблица 14).

Таблица 11

СРЕДНИЙ ТЕСТОВЫЙ БАЛЛ ПО ГРУППАМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
УЧРЕЖДЕНИЙ С РАЗНОЙ ОСНАЩЕННОСТЬЮ ЛАБОРАТОРНЫМ  
ОБОРУДОВАНИЕМ

Группа образовательных учреждений	Набор лабораторного оборудования	Средний тестовый балл
Школы с особым статусом г. Красноярск	Минимальный	520
	Достаточный для обеспечения вариативности образования	519
СОШ г. Красноярск	Минимальный	496
	Достаточный для обеспечения вариативности образования	503
Школы с особым статусом городов с населением 50 тыс. чел. и более	Минимальный	518
	Достаточный для обеспечения вариативности образования	514
СОШ городов с населением 50 тыс. чел. и более	Минимальный	493
	Достаточный для обеспечения вариативности образования	498
СОШ городов с населением менее 50 тыс. чел.	Минимальный	488
	Достаточный для обеспечения вариативности образования	495
СОШ поселков городского типа	Минимальный	487
	Достаточный для обеспечения вариативности образования	493
Сельские СОШ	Минимальный	492
	Достаточный для обеспечения вариативности образования	492

 Положительная связь  
 Отрицательная связь

<sup>4</sup> Группа школ, располагающих оборудованием, обеспечивающим проектно-исследовательскую работу учащихся, была исключена из сравнительного анализа ввиду небольшой численности.

<sup>5</sup> Положительная связь – связь, при которой увеличение одной переменной связано с увеличением другой.



В школах, расположенных в сельской местности, положительной связи между уровнем оснащённости лабораторным оборудованием и результатами ККР8 не обнаруживается, что может объясняться недостаточной квалификацией педагогов, отсутствием условий для регулярного проведения лабораторных работ (специальных кабинетов, лаборантов).

В группе школ с особым статусом (гимназиях, лицеях, школах с углубленным изучением отдельных предметов) связь между результатами ККР8 и степенью оснащённости лабораторным оборудованием отрицательная<sup>6</sup>: в школах, где набор лабораторного оборудования, по оценке учителей физики, недостаточен для вариативности преподавания, результаты несколько выше. Это может быть связано с более высокой требовательностью учителей данной группы школ либо доступом учащихся к образовательным ресурсам вне своего образовательного учреждения.

Выявленные связи дают основания рекомендовать органам управления образованием провести мониторинг соответствия аудиторий, предлагаемых для проведения уроков физики в каждой школе, условиям, необходимым для проведения экспериментальных работ, в случае несоответствия – создать необходимые условия. При этом важно помнить, что функционирование учебных физических лабораторий требует как соответствующей квалификации учителей, так и наличия вспомогательного персонала, не может быть обеспечено только силами педагогов.

### 5.3.2. Цифровые образовательные ресурсы, программное обеспечение

75% участников ККР8 обучаются в школах, где, по оценке учителей, есть необходимый набор программного обеспечения, цифровых образовательных ресурсов, но пятая часть учится в школах, где таких ресурсов нет или недостаточно (Таблица 12).

Таблица 12

#### ИНФОРМАЦИЯ О НАЛИЧИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

*Имеет ли Ваша школа необходимое для успешного преподавания физики программное обеспечение, цифровые образовательные ресурсы?*

	Количество учащихся	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8	Средний тестовый балл
Да	16 698	75,35%	500
Нет	4667	21,06%	498
Информации нет	796	3,59%	–

Большая часть (53%) участников ККР8 обучается в школах, не имеющих цифровой техники для физических измерений на уроках или во внеурочных формах работы (Таблица 13).

<sup>6</sup> Отрицательная связь – связь, при которой увеличение одной переменной связано с уменьшением другой.

ИНФОРМАЦИЯ О НАЛИЧИИ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ, КОТОРУЮ МОЖНО  
ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

*Имеет ли Ваша школа необходимую для успешного преподавания физики цифровую технику, которую можно использовать для физических измерений?*

	Количество учащихся	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8	Средний тестовый балл
Да	9462	42,70%	503
Нет	11 846	53,45%	497
Информации нет	853	3,85%	

Некоторые учителя говорят о том, что намеренно строят обучение в 7–8-м классе только на практике работы с реальным оборудованием, чтобы понятней был физический смысл выполняемых действий. Но современный мир и задачи современного образования таковы, что не использовать цифровые ресурсы уже нельзя. Школы должны располагать как техникой и программными продуктами, так и специалистами, умеющими их использовать. В школах, где такие ресурсы есть, в среднем по краю результаты ККР8 значимо выше (при выводах о значимости или незначимости различий учитывается не только разница в средних баллах, но и разброс результатов внутри групп).



Однако, как показывают данные углубленного анализа (Таблица 14), выявленная связь обнаруживается в основном в средних общеобразовательных школах городов. Эта группа школ наиболее многочисленная, поэтому характерные для нее тенденции отражаются и в общекраевых результатах. В сельских территориях, поселках городского типа, равно как и в школах с особым статусом, положительной связи между тестовым баллом ККР8 и наличием цифровых образовательных ресурсов, специального программного обеспечения не выявлено.

Таблица 14

СРЕДНИЙ ТЕСТОВЫЙ БАЛЛ ПО ГРУППАМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
УЧРЕЖДЕНИЙ С РАЗНОЙ ОСНАЩЕННОСТЬЮ ЦИФРОВЫМИ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ (ЦОР), ПРОГРАММНЫМ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕМ (ПО) И ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКОЙ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ  
ИЗМЕРЕНИЙ

Группа образовательных учреждений	Образовательные ресурсы	Средний тестовый балл	
		ресурс есть	ресурса нет
Школы с особым статусом г. Красноярск	ЦОР и ПО	518	526
	Цифровая техника для измерений	518	521
СОШ г. Красноярск	ЦОР и ПО	500	498
	Цифровая техника для измерений	501	499
Школы с особым статусом городов с населением 50 тыс. чел. и более	ЦОР и ПО	515	517
	Цифровая техника для измерений	518	508

Группа образовательных учреждений	Образовательные ресурсы	Средний тестовый балл	
		ресурс есть	ресурса нет
СОШ городов с населением 50 тыс. чел. и более	ЦОР и ПО	497	497
	Цифровая техника для измерений	500	494
СОШ городов с населением менее 50 тыс. чел.	ЦОР и ПО	494	489
	Цифровая техника для измерений	495	491
СОШ поселков городского типа	ЦОР и ПО	489	499
	Цифровая техника для измерений	489	492
Сельские СОШ	ЦОР и ПО	492	493
	Цифровая техника для измерений	494	491

 Положительная связь  
 Отрицательная связь

При этом, как показывают данные (Таблица 15), ресурсы такого рода распределены по разным типам населенных пунктов региона достаточно равномерно. Но сельские школы пока оснащены в наименьшей степени.

Таблица 15

ИНФОРМАЦИЯ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ  
ПО ШКОЛАМ ИЗ РАЗНЫХ ТИПОВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Образовательные ресурсы	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8, которые учатся в школах, где такой ресурс есть, в %				
	г. Красноярск	Города с населением 50 тыс. чел. и более	Города с населением менее 50 тыс. чел.	Поселки городского типа	Села
Набор лабораторного оборудования, достаточный для обеспечения вариативности образования	49,01%	57,24%	64,04%	58,95%	36,77%
Программное обеспечение, цифровые образовательные ресурсы	81,46%	73,79%	70,18%	75,79%	70,96%
Цифровая техника, которую можно использовать для физических измерений	47,02%	46,90%	41,23%	46,32%	27,66%

Бесспорно, богатый набор лабораторного оборудования, цифровые образовательные ресурсы и техника не являются обязательным условием качественного преподавания физики, но они способны существенно улучшить практику преподавания. Очевидно, что трёхмерная компьютерная модель объекта быстрее и полнее представит его характеристики, чем двухмерный рисунок на доске. Подобных

примеров достаточно много. Однако выявленные связи между наличием таких ресурсов и результатами ККР8 не являются причинно-следственными. Они опосредуются множеством латентных факторов, связанных с социально-демографическими характеристиками учеников, особенностями образовательной среды и преподавания предмета.

Поэтому задачей органов управления образованием, наряду с оснащением школ учебным программным обеспечением, цифровыми образовательными ресурсами и цифровой лабораторной техникой, должно быть повышение квалификации учителей, организация обмена опытом и т.п.

#### 5.4. Образовательные программы, УМК

Таблица 16 представляет результаты учеников, обучавшихся по разным образовательным программам и, соответственно, различным учебно-методическим комплексам (УМК).

Таблица 16

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СРЕДНИЙ ТЕСТОВЫЙ БАЛЛ УЧАСТНИКОВ ККР8,  
ОБУЧАВШИХСЯ ПО РАЗНЫМ УМК

Авторы УМК	Количество участников ККР8	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8	Средний тестовый балл
Перышкин А. В.	20 062	90,53%	499
Громов С. В., Родина Н. А.	208	0,94%	500
Генденштейн Л. Э. и др.	328	1,48%	496
Пурышева Н. С., Важеевская Н. Е.	238	1,07%	499
Пинский А. А. и др.	181	0,82%	545
Шахмаев Н. М. и др.	179	0,81%	509
Другие	140	0,63%	
Информация отсутствует	825	3,72%	–

Обращает на себя внимание безусловное доминирование УМК А. В. Перышкина. По нему обучается более 90% участников ККР8. Ни по какому другому учебно-методическому комплексу в крае не учится даже 2% восьмиклассников.

Самые высокие результаты показали ученики, обучавшиеся по УМК под редакцией А. А. Пинского, В. Г. Разумовского. Среди остальных групп более высокие результаты фиксируются в группе учеников, обучавшихся по УМК Н. М. Шахмаева, А. В. Бунчука. Однако при столь неравномерном распределении говорить о том, что разница в результатах обусловлена именно выбором УМК, нельзя.

Учебники и учебные пособия в абсолютном большинстве школ (89%) есть в необходимом количестве (Таблица 17).

## ИНФОРМАЦИЯ О НАЛИЧИИ УЧЕБНИКОВ И УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ

*Имеет ли Ваша школа необходимые для успешного преподавания физики учебники и учебные пособия?*

	Количество учащихся	Доля учащихся в общем количестве участников ККР8
Да	19 629	88,57%
Нет	1662	7,50%
Не ответили	870	3,93%

При этом менее 10% учителей считают, что УМК, которыми они располагают, соответствуют требованиям нового стандарта (Таблица 18).

Таблица 18

СООТВЕТВИЕ УЧЕБНИКА ТРЕБОВАНИЯМ ФГОС,  
ПО ОЦЕНКЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

*Насколько учебник, на основе которого проводится обучение физике в тестируемом классе, соответствует ФГОС второго поколения?*

	Доля классов, где учитель выбрал данный ответ	Средний тестовый балл в данной группе
Не соответствует	19,16%	497
В малой степени, частично	68,47%	500
В полной мере	9,26%	506
Не ответили	3,11%	–

Большинство учителей (в 68% классов) полагают, что требованиям ФГОС имеющиеся УМК соответствуют лишь отчасти, а каждый пятый (в 19% классов) говорит о том, что требованиям ФГОС они уже не отвечают (Таблица 18).

Результаты тех классов, где учителя критично оценивают учебники, имеющиеся в их распоряжении, ниже, чем результаты классов, где учителя оценивают соответствие действующих УМК стандартам второго поколения высоко.

В этой ситуации был бы полезен анализ всех рекомендованных Министерством образования и науки РФ образовательных программ и УМК по физике с точки зрения полноты их соответствия ФГОС основного общего образования, который может быть осуществлен как силами самих педагогов, так и силами Красноярского краевого института повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования.

### 5.5. Кадровые ресурсы школ

Если говорить о кадровых ресурсах, то в первую очередь нужно сказать о проблеме нехватки учителей физики, с которой сталкиваются не только сельские школы, но и школы крупных городов, в том числе Красноярска. Эта информация была собрана при анкетировании администрации образовательных учреждений в рамках исследования 2012 года. Почти у 10% учеников, участвовавших в исследовании, в течение всего 7-го класса уроки физики вели педагоги, работающие в данном

образовательном учреждении по совместительству. В некоторых случаях учителя совмещают работу не просто в разных образовательных учреждениях, но и в разных муниципалитетах.

При этом с точки зрения демографических показателей и квалификационных характеристик ситуация выглядит достаточно благополучной (Таблица 19, Таблица 20). У 67% восьмых классов учителя физики моложе 40 лет, при этом у 83% педагогический стаж превышает 7 лет.

Таблица 19

ИНФОРМАЦИЯ О ВОЗРАСТЕ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

Возраст учителей физики	Доля классов, где учитель выбрал данный ответ	Средний тестовый балл в данной группе
Менее 25 лет	6,15%	499
25–29 лет	27,26%	495
30–39 лет	33,41%	497
40–49 лет	12,29%	502
50–59 лет	13,16%	500
60 и более лет	5,71%	500
Не ответили	2,02%	

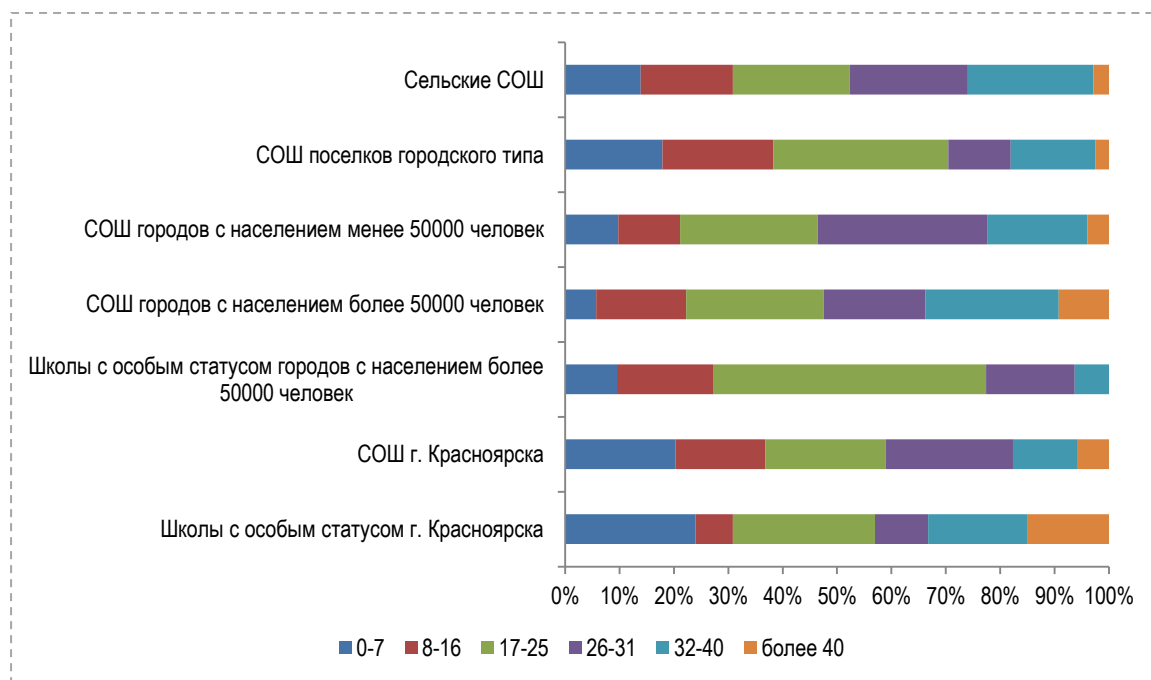
Таблица 20

ИНФОРМАЦИЯ О ПЕДАГОГИЧЕСКОМ СТАЖЕ

Педагогический стаж	Доля классов, где учитель выбрал данный ответ	Средний тестовый балл в данной группе
0–7 лет	13,96%	499
8–16 лет	15,26%	497
17–25 лет	23,86%	503
26–31 лет	20,03%	499
32–40 лет	19,38%	500
Более 40 лет	4,84%	499
Не ответили	2,68%	–

При этом кадровая ситуация выглядит более сложной в средних общеобразовательных школах большинства городов края за исключением Красноярска, где доля учителей физики со стажем более 25 лет превышает 50%, а доля молодых педагогов минимальна. Наиболее благоприятна ситуация в школах поселков городского типа и школах с особым статусом городов с населением от 50 тысяч до 450 тысяч человек (Диаграмма 3).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ С РАЗНЫМ ПЕДАГОГИЧЕСКИМ  
СТАЖЕМ  
В РАЗНЫХ ГРУППАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ



Однозначной связи результатов ККР8 с возрастом и стажем педагога не выявлено. В целом результаты классов, где работают педагоги в возрасте 25–29 лет, ниже, чем классов, где преподают педагоги в возрасте 40 лет и старше. Но при этом результаты у педагогов со стажем 26–31 год уступают как результатам учителей со стажем менее 8 лет, так и результатам педагогов со стажем более 32 лет.

Наиболее высокие результаты, значительно отличающиеся от результатов других групп, фиксируются в классах, где физику преподают учителя в возрасте 40–49 лет с педагогическим стажем 17–25 лет.

Учителя 95% 8-х классов имеют высшее профессиональное образование (Таблица 21).

Таблица 21

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБРАЗОВАНИИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

Образование учителей физики	Доля классов, где учитель выбрал данный ответ	Средний тестовый балл в данной группе
Два высших, кандидат или доктор наук	0,72%	502
Высшее (5 лет)	72,23%	499
Высшее (4 года)	22,34%	501
Среднее специальное (педагогическое)	1,81%	487
Среднее общее	0,43%	500
Не ответили	2,39%	–

Ученики, которых обучают педагоги, имеющие высшее образование, демонстрируют значительно более высокие результаты, чем те ученики, которых обучают педагоги со средним специальным образованием. При этом наличие у педагога ученой

степени, второго высшего образования, обучение по 4- или 5-летней программе существенного влияния на результаты ККР8 не оказывает. (Результаты учеников, которых обучают педагоги, имеющие только среднее общее образование, были исключены из статистического анализа, поскольку эта группа очень мала – всего 34 ученика.)

Таблица 22

ИНФОРМАЦИЯ О КВАЛИФИКАЦИОННОЙ КАТЕГОРИИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ

Квалификационная категория	Доля классов, где учитель выбрал данный ответ	Средний тестовый балл в данной группе
Соответствие занимаемой должности	25,81%	495
Первая категория	40,78%	498
Высшая категория	28,92%	505
Не ответили	4,48%	–

В 70% классов физику преподают педагоги, имеющие высшую и первую квалификационную категорию (Таблица 22).

Между результатами ККР8 и квалификационной категорией учителей соответствующих классов выявляется линейная зависимость – чем выше категория учителя, тем выше средний тестовый балл ученика. При этом важно отметить, что большая часть учителей физики на сегодня не проходили специального повышения квалификации для работы в условиях нового образовательного стандарта (Таблица 23).

Таблица 23

ИНФОРМАЦИЯ О ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ  
В РАМКАХ ПЕРЕХОДА НА ФГОС

*Проходили ли Вы специальную подготовку для обучения физике в соответствии с ФГОС второго поколения?*

Доля классов, где учитель выбрал данный ответ	
Да	12,73%
Нет	85,32%
Не ответили	1,95%

Обучение учителей в рамках перехода на новый стандарт – это огромный ресурс, который важно использовать как для согласования представлений о требованиях к образовательным результатам, задаваемых новым стандартом (на сегодня, как показывают комментарии учителей к измерительным материалам ККР8, эти представления крайне противоречивы), так и для переориентации образовательной практики на работу в компетентностной парадигме.

## 5.6. Организация учебного процесса

Оснащенность образовательного учреждения, безусловно, влияет на практику работы.



ИНФОРМАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ  
(ПО ДАННЫМ АНКЕТ УЧИТЕЛЕЙ)

		Доля учащихся в общем количестве участников ККР8, в %					
		Чаще 1 раза в месяц	В среднем 1 раз в месяц	В среднем 1 раз в четверть	1-2 раза за время обучения физике	Никогда	Нет ответа
<i>Как часто Ваши ученики на уроках физики:</i>							
1	Выполняют лабораторную работу с помощью реального оборудования?	59,26	32,53	3,03	0,91	0,14	4,12
2	Выполняют практическую работу в виртуальной лаборатории (в специальной компьютерной программе)?	3,31	7,62	12,08	20,75	52,27	3,97
3	Самостоятельно проводят физические измерения (температуры, массы, скорости и т.п.) с помощью цифровых приборов?	13,70	12,63	10,30	10,09	48,18	5,09
4	Самостоятельно решают нестандартные задачи, образца решения которых нет в учебнике или решебнике?	26,26	28,28	20,49	10,12	10,53	4,31
5	Читают на уроке учебник и вместе разбирают текст?	56,54	25,62	8,74	2,77	2,64	3,70
6	Решают качественные задачи, где нужно написать свои рассуждения?	60,46	24,71	8,38	1,43	1,22	3,81

Как следует из данных (Таблица 24), более половины (52%) восьмиклассников никогда не выполняли практическую работу в виртуальной лаборатории, 48% – никогда не проводили самостоятельных измерений с помощью цифровых приборов.

Между тем статистический анализ показывает, что результаты тех учеников, которые выполняют такую работу регулярно, значимо выше. Положительная связь выявлена и между результатами ККР8 и частотой проведения обычных лабораторных работ (Таблица 25).

Таблица 25

СРЕДНИЙ ТЕСТОВЫЙ БАЛЛ УЧАЩИХСЯ В СОПОСТАВЛЕНИИ С ИХ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НА УРОКАХ ФИЗИКИ (ПО ДАННЫМ АНКЕТ УЧИТЕЛЕЙ)

		Средний тестовый балл	
		реже 1 раза в месяц	не реже 1 раза в месяц
<i>Как часто Ваши ученики на уроках физики:</i>			
1	Выполняют лабораторную работу с помощью реального оборудования?	492	500
2	Выполняют практическую работу в виртуальной лаборатории (в специальной компьютерной программе)?	499	503
3	Самостоятельно проводят физические измерения (температуры, массы, скорости и т.п.) с помощью цифровых приборов?	499	502
4	Самостоятельно решают нестандартные задачи, образцы решения которых нет в учебнике или решебнике?	496	503
5	Читают на уроке учебник и вместе разбирают текст?	503	499
6	Решают качественные задачи, где нужно написать свои рассуждения?	493	500

 Положительная связь

 Отрицательная связь

При этом половина восьмиклассников края выполняют лабораторные работы как минимум раз в месяц. Это подтверждается и данными анкетирования учеников, проведенного в 2012 году (Таблица 26).

Таблица 26

ИНФОРМАЦИЯ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ  
(ПО ДАННЫМ АНКЕТ УЧЕНИКОВ 2012 Г.)

		Доля учащихся в общем количестве участников исследования, в %					
		чаще 1 раза в месяц	в среднем 1 раз в месяц	в среднем 1 раз в четверть	1-2 раза за время обучения физике	никогда	нет ответа (невалидный ответ)
<i>Как часто в 7–8-м классе тебе приходилось на уроках физики</i>							
1	Выполнять лабораторную работу с помощью реального оборудования?	48,2	27,6	11,9	5,7	4,6	2,1
2	Выполнять практическую работу в виртуальной лаборатории (в специальной компьютерной программе)?	5,5	7,8	3,5	4,3	75,6	3,3

		Доля учащихся в общем количестве участников исследования, в %					
		чаще 1 раза в месяц	в среднем 1 раз в месяц	в среднем 1 раз в четверть	1-2 раза за время обучения физике	никогда	нет ответа (невалидный ответ)
<i>Как часто в 7–8-м классе тебе приходилось на уроках физики</i>							
3	Самостоятельно проводить физические измерения (температуры, массы, скорости и т.п.) с помощью цифровых приборов?	32,9	24,4	11,1	9,5	18,5	3,5
4	Самостоятельно решать нестандартные задачи, образца решения которых нет в учебнике или решебнике?	24,0	21,9	14,5	13,6	22,6	3,4
5	Читать на уроке учебник и вместе разбирать текст?	61,8	12,8	7,1	7,7	6,0	4,7
6	Решать качественные задачи, где нужно написать свои рассуждения?	43,0	24,0	12,1	10,6	7,4	2,9

Качественные задачи, требующие письменных рассуждений, по данным анкет учителей, 36% учеников решают не чаще 1 раза в месяц. По данным анкет восьмиклассников, этот показатель еще выше: 1 раз в месяц или реже качественные задачи письменно выполняют 54% учеников.

Нестандартные задачи для решения на уроках, по данным анкет учителей, 70% учеников предлагаются не чаще 1 раза в месяц, 40% – почти никогда. Данные анкет восьмиклассников с данными учительских анкет практически не расходятся.

При этом статистическими методами установлено, что включение подобных заданий в урок раз в месяц или чаще значительно повышает вероятность высоких результатов.

Совместная работа на уроке с текстом учебника, судя по ответам и учителей, и учеников, – регулярная практика в большинстве классов. Обучение работе с учебным текстом необходимо: по данным ККР4 2011 года, 12% выпускников начальной школы пришли в основную ступень, будучи не способными учиться на основе чтения, 44% самостоятельно могли работать только с адаптированными текстами. В 2014 году эти ученики придут в 8-й класс.

Но стратегии и качество такой работы могут быть разными: в одних случаях это чтение и воспроизведение прочитанного, в других – обучение поиску информации, выявлению логических связей, противоречий, самостоятельному формулированию выводов на основе текста и т.п. Поэтому принцип «чем чаще, тем лучше» здесь не работает. Физика – экспериментальная наука, и там, где работа с текстом занимает очень большое место и, возможно, акцентируется на воспроизведении сведений из учебника, результаты оказываются ниже средних.

Таблица 27

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ НОВОЙ ТЕМЫ НА УРОКАХ  
(ПО ДАННЫМ АНКЕТ УЧИТЕЛЕЙ)

Как обычно Вы организуете изучение новой темы? (один ответ)	Доля классов, где учитель выбрал данный ответ	Средний тестовый балл
Объясняю новый материал с помощью опыта, модели, на примере реальной ситуации	62,76%	498
Ставлю вопрос, мы обсуждаем разные гипотезы, только потом обращаемся к учебнику	31,80%	503
Читаю лекцию	1,1%	492
Ученики самостоятельно читают параграф в учебнике	0,32%	499
Не ответили	4,02%	–

Таблица 28

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ НОВОЙ ТЕМЫ НА УРОКАХ  
(ПО ДАННЫМ АНКЕТ УЧЕНИКОВ)

Как обычно вы изучаете новую тему? (Не более двух ответов.)		Доля учащихся, выбравших данный ответ, в общем количестве участников исследования, в %		
		да	нет	нет ответа (невалидный ответ)
1	Учитель читает нам лекцию, мы при этом делаем записи в тетради	41,3%	58,8%	0,0%
2	Учитель объясняет новый материал с помощью опыта, модели, на примере реальной ситуации	41,4%	58,6%	0,0%
3	Учитель ставит вопрос, мы обсуждаем разные гипотезы, только потом обращаемся к учебнику	75,2%	24,8%	0,0%
4	Мы самостоятельно читаем параграф в учебнике	86,4%	13,6%	0,0%

Данные о том, как обычно организуется изучение новой темы, по оценке учителей и учеников разительно отличаются (Таблица 27, Таблица 28).

Учителя более 60% классов говорят, что объясняют новый материал с помощью опыта, модели, какой-то реальной ситуации, – иными словами, начинают с попытки объяснения наблюдаемых явлений и фактов, которое оказалось столь трудным для участников ККР8. Около 60% учеников говорят, что именно этого на уроках обычно и не бывает.

Учителя только 1% классов говорят о том, что дают новый материал в виде лекции, среди восьмиклассников такой способ изучения новой темы назвали обычным 40%.

По данным анкет учителей, самостоятельно изучают новый материал по учебнику менее 1% учеников, по данным анкет учеников – 86%.

Учителя 32% классов назвали обычным способом изучения нового материала коллективное обсуждение поставленных учителем вопросов и разных гипотез с последующим обращением к материалу учебника. 75% учеников выбрали этот же ответ. Можно предположить, что учителя, давшие такой ответ, действительно работают так. Среди педагогов, выбравших первый вариант ответа (объяснение нового материала на примере опыта, модели, реальной ситуации), многие могли дать социально одобряемый ответ, не соответствующий практике их работы.

При этом важно отметить, что у группы учеников, изучающих материал через проблемные вопросы и выдвижение различных гипотез, в ККР8 зафиксированы наиболее высокие результаты.

Сами же учителя физики связывают успешность/трудности в изучении предмета прежде всего с читательской грамотностью и математической подготовкой учеников (Таблица 29). Доля ответов, где основным источником трудностей называется нехватка ресурсов или иные факторы (здесь может подразумеваться низкая мотивация, пропуски уроков и многое другое), относительно невелика.

Таблица 29

ДАННЫЕ АНКЕТИРОВАНИЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ  
ОБ ОСНОВНЫХ ПРИЧИНАХ ТРУДНОСТЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКИ

*Каковы, на Ваш взгляд, основные причины возникающих у учащихся трудностей при обучении физике? (Не более двух ответов.)*

	Доля классов, где учитель физики выбрал данный ответ
Нехватка ресурсов для проведения практических занятий	23,14%
Недостаточная сформированность читательской грамотности	73,75%
Недостаточная математическая подготовка	70,14%
Другое	23,50%
Не ответили	9,47%

## 6. ВЫВОДЫ

---

В краевой контрольной работе по физике в 2013 году принял участие 22 161 ученик 8-го класса из 914 школ, что составляет более 85% учащихся 8-го класса Красноярского края.

Результаты юношей и девушек не различаются.

- **51–57%** участников ККР8 (достигших повышенного и высокого уровня) понимают, уверенно устанавливают функциональные связи между физическими величинами и причинно-следственные связи между физическими явлениями, уверенно работают с графической информацией.
- **39–41%** восьмиклассников могут перевести текстовое описание реальной ситуации на язык физики: определить рассматриваемые физические явления и величины; выделить среди них ключевые; выразить физические величины в различных единицах измерения.

**Только 22%** могут применять физические модели для описания реальных объектов и явлений.

По каждой группе умений выявляется как минимум **четверть** учеников, которые данные умения **не освоили** (освоили на низком и очень низком уровне).

Значимо более высокие результаты демонстрируют учащиеся:

- школ городов с населением более 50 тысяч человек;
- школ с особым статусом (гимназий, лицеев, школ с углубленным изучением отдельных предметов);
- кадетских корпусов и мариинских гимназий;
- обучавшиеся по УМК под редакцией А. А. Пинского, В. Г. Разумовского и Н. М. Шахмаева, А. В. Бунчука.

Вероятность высоких результатов в области физики значимо повышает:

- оснащенность образовательного учреждения лабораторным оборудованием, цифровыми образовательными ресурсами, цифровой техникой, которую можно использовать для физических измерений в учебном процессе;
- регулярная практическая работа учащихся с этими ресурсами;
- изучение нового материала через проблемные вопросы, выдвижение и проверку учениками собственных гипотез;
- регулярное включение в работу на уроке качественных задач, требующих письменных рассуждений, задач, образца решения которых нет в учебнике.

При этом данные о способах преподавания и деятельности учеников на уроках, представленные в анкетах учителей и учеников 8-х классов, заметно различаются. Судя по ответам учителей, в 63% классов изучение нового материала начинается с демонстрации опыта, модели, попытки объяснения реальной ситуации, а в 32% классов – с постановки проблемных вопросов и обсуждения разных гипотез. Ученики как обычный способ изучения новой темы называют постановку проблемных вопросов и обсуждение разных гипотез, но чаще всего они просто читают параграф в учебнике (такой ответ выбрали 86% опрошенных восьмиклассников).

## 7. РЕКОМЕНДАЦИИ

---

Анализ результатов краевой контрольной работы и данных анкет учителей физики позволяет сформулировать следующие рекомендации.

### Учителям и образовательным учреждениям

В обучении следует уделять особое внимание рассмотрению сути физических явлений и процессов и умению применять физическую терминологию для описания и объяснения тех или иных явлений, а не просто воспроизведению законов и формул. При этом полезным будет использование различных способов представления информации: графики, таблицы, диаграммы, схемы и фотографии реальных экспериментов. Они не только дают представление о способах физического исследования окружающего мира, но и позволяют улучшить качество восприятия и формирования мыслительных моделей физических явлений.

При изучении различных тем курса физики необходимо:

- разбирать на уроках условия задач, учиться трансформировать условие задачи, используя разные формы записи: график, формулу, таблицу и т.д.;
- расширять практику решения качественных задач, увеличить долю качественных задач, где решение требуется представить в письменном виде;
- избегать при изучении нового материала доминирования лекционной формы или простого чтения учебника; строить объяснение новой темы так, чтобы изложению материала учебника предшествовали выдвижение и проверка собственных гипотез;
- организовать работу в группах и внутриклассную коммуникацию так, чтобы ученики адресовали свои выводы, доказательства, гипотезы друг другу, получая обратную связь и помощь;
- регулярно проводить практические лабораторные работы.
- включать в учебный процесс модельные эксперименты, работу в виртуальной лаборатории, самостоятельное измерение физических величин с помощью цифровой техники.

Продвижение учащихся, в профиле которых преобладают *низкий* или *очень низкий* уровни освоения основных групп умений, важно связать с повышением их мотивации и самооценки, с такими видами деятельности, где требуется:

- соотнесение текста задачи, формулы, описания физического явления и соответствующих физических величин,
- уверенный перевод одних физических единиц измерения в другие.

При этом необходимо не просто дать ученикам достаточно материала для тренинга, но и выстроить его так, чтобы разные обозначения той или иной физической величины образовали целостный смысловой ряд.

Учащимся, в профиле которых преобладает *средний и повышенный* уровень освоения умений, необходим достаточный опыт выполнения заданий, где они могли бы обнаружить, пронаблюдать, смоделировать, просчитать зависимости между

изученными физическими величинами, например, рассчитать изменение скорости тела, если оно проходит тот же путь за больший промежуток времени; или самостоятельно составить условие задачи по заданным формулам.

Кроме того, важно расширить практику работы с графиками, схемами, таблицами; предлагать конструкторские и обобщающие задания, где из отдельных понятий, физических величин, единиц измерения, формул ученик собирает модель изученного явления или предлагаемой ситуационной задачи; активно вводить в учебный процесс задания, требующие объяснения физических явлений и процессов, наблюдаемых в реальной жизни.

Учащихся, продемонстрировавших *высокий* уровень владения большинством умений, необходимо вовлекать в олимпиадное движение, интеллектуальные состязания, исследовательскую деятельность; регулярно предлагать задания, где необходимо связывать разные представления о физических явлениях (соотносить микро- и макропроцессы), самостоятельно переносить общие способы работы, выявленные закономерности на новый предметный материал.

Иными словами, необходимо изучать курс физики системно, рассматривая изучаемые элементы содержания с различных точек зрения, смещая акцент на понимание, самостоятельный анализ и применение изученного для объяснения реальных ситуаций. Только такой подход отвечает требованиям образовательного стандарта второго поколения.

#### Системе повышения квалификации необходимо:

- совместно с методическими объединениями учителей физики провести анализ всех рекомендованных Министерством образования и науки РФ образовательных программ и УМК по физике с точки зрения полноты их соответствия ФГОС;
- связать повышение квалификации и переподготовку учителей физики с согласованием представлений о требованиях к образовательным результатам, задаваемых ФГОС, переориентацией образовательной практики на работу в компетентностной парадигме;
- продолжить курсы по освоению современных электронных образовательных ресурсов, цифровой техники для физических измерений в учебном процессе, вызывающие большой интерес со стороны учителей физики;
- продолжить работу по совершенствованию региональной системы математического образования.

#### Органам управления образованием необходимо:

организовать мониторинг соответствия кабинетов физики в каждой школе условиям, необходимым для проведения экспериментальных работ, в случае несоответствия – создать необходимые условия. Набор лабораторного оборудования рекомендуется комплектовать так, чтобы он позволял использовать разные программы, поддерживать самостоятельную исследовательскую деятельность учеников.



При этом важно помнить, что функционирование учебных физических лабораторий может быть обеспечено только при наличии соответствующего учебно-вспомогательного персонала.

Кроме того, важно уделить внимание оснащению школ учебным программным обеспечением, цифровыми образовательными ресурсами и цифровой лабораторной техникой, которые будут использоваться в учебном процессе.

Если в результате анализа действующих УМК по физике широкой группой экспертов будут выделены УМК, использование которых может улучшить практику преподавания физики в рамках требований нового образовательного стандарта, органам управления образованием необходимо будет скорректировать заказ на учебно-методическую литературу.

На уровне каждого муниципального образования необходимо провести анализ результатов ККР8, выявить проблемные области и области успешности, спланировать корректировку образовательного процесса, ориентированного на достижение планируемых результатов в рамках требований ФГОС в области физики и в целом естественных наук.

## 8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. **Гелясин А.Е.** Мысленный эксперимент в физике. *Фізика: проблеми викладання*. 2007 г., № 6, стр. 23–28.
2. **Касьянов В.А.** *Физика. 10 класс: Учебник для общеобразовательных учебных заведений*. М.: Дрофа, 2000.
3. **Коган И.Ш.** *Обобщение и систематизация физических величин и понятий*. Хайфа: Рассвет, 2006.
4. ГОСТ 16263-70 «ГСИ. Метрология. Термины и определения».
5. **Юдин М.Ф., Селиванов М.Н., Тищенко О.Ф., Скороходов А.И.** *Основные термины в области метрологии: Словарь-справочник*. М.: Издательство стандартов, 1989.
6. **Трофимова Т.И.** *Курс физики: Учебное пособие для вузов*. М.: Высшая школа, 1990.
7. **Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н.** *Физика: учебник для 10 классов общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни*. М.: Просвещение, 2008.
8. *Отчет о результатах исследования освоения основных предметных и метапредметных умений в области физики учащимися VII классов в Красноярском крае в 2012 году*. [В Интернете] [http://cok.cross-edu.ru/?page\\_id=1207](http://cok.cross-edu.ru/?page_id=1207).
9. Спецификация краевой контрольной работы по физике для учащихся 8 класса 2013 г. [В Интернете] [http://cok.cross-edu.ru/?page\\_id=1207](http://cok.cross-edu.ru/?page_id=1207).
10. Демоверсия краевой контрольной работы по физике для учащихся 8 класса 2013 г. [В Интернете] [http://cok.cross-edu.ru/?page\\_id=1207](http://cok.cross-edu.ru/?page_id=1207).
11. **Дубина И.Н.** *Математические основы эмпирических социально-экономических исследований*. Барнаул: изд-во Алтайского университета, 2006.
12. Федеральный компонент государственного образовательного стандарта (утвержден приказом Министерства образования РФ от 05.03.2004 № 1089). [В Интернете] <http://www.ed.gov.ru/edusupp/metodobesp/component/9067>.
13. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 17.12.2010 № 1897). [В Интернете] <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2588>.
14. Резолюция августовского педагогического совета работников образования Красноярского края 2013 г. «Современные вызовы образованию. Практики развития: Красноярский вариант». [В Интернете] <http://www.krao.ru/rb-topic.php?t=969>.