Никифоров Г.Г., Березин В.В.

# Новые экспериментальные задания в КИМ ОГЭ по физике

**I. В 2020г. начато введение новой модели КИМ ОГЭ по физике, отвечающей требованиям ФГОС ООО.** Введение новой модели будет осуществляться в течение трех лет (2020-2022 гг.), что связано с серьезными изменениями в структуре и содержании экзаменационной работы. Основные концептуальные подходы к разработке этой модели, а также описание особенностей оценки различных групп предметных результатов были представлены в статье Демидовой М.Ю. и Камзеевой Е.Е.[1]

Теоретические и практико-ориентированные аспекты изменений, касающихся преимущественно подходов к оценке методологических умений, рассматривались на семинаре-практикуме «ОГЭ-2020 по физике», который проходил в январе 2020 г. Программа семинара-практикума разработана Никифоровым Г.Г., Демидовой М.Ю. и Березиным В.В. Координатор семинара-практикума – Березин В.В., осуществивший всю организационную работу по подготовке и проведению семинара. Ниже представлена краткая информация о ходе этого семинара.

**II. Семинар-практикум «ОГЭ-2020 по физике»**

Дата проведения: 29 января 2020 г.

**Организаторы:**

1. Управление по образованию Администрации городского округа Химки.
2. ФГБНУ «Институт стратегии развития образования» РАО. Лаборатория естественнонаучного образования.
3. МБОУ Средняя общеобразовательная школа № 19 г. Химки - экспериментальная площадка ФГБНУ «Институт стратегии развития образования» РАО (*руководители площадки: Никифоров Г.Г., с.н.с., к.п.н., автор исходных технико-педагогических требований комплектов оборудования «ОГЭ-лаборатория»; Лобанов И.А., н.с.*).

**Организации–участники**:

1. ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» (ФИПИ).
2. Центр физико-математического образования корпорации «Российский учебник».
3. ООО «Научные развлечения» - изготовитель комплектов оборудования «ОГЭ-лаборатория».
4. Представительство компании CASIO Europe GmbH в России.

**На пленарном заседании семинара-практикума обсуждался широкий круг концептуальных вопросов модернизации системы государственной итоговой аттестации по физике выпускников основной школы**.

[1] Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е. перспективная модель КИМ ОГЭ по физике. – журнал «Педагогические измерения», 2019. №1 – с. 28-36. http://fipi.ru/sites/default/files/document/journal/pi-2019-01_web.pdf

Рис. 1. Участники семинара

С приветственным словом к участникам семинара обратились:

***Васильева Т.И.***, заместитель начальника Управления по образованию Администрации городского округа Химки;

***Муханов С.В.***, директор МБОУ Средняя общеобразовательная школа № 19 г. Химки;

***Пентин А.Ю.***, заведующий лабораторией естественнонаучного образования ИСРО РАО, к.ф.-м.н.

С докладами выступили:

1. ***Демидова М.Ю.***, руководитель Центра педагогических измерений ФИПИ, д.п.н.; тема доклада «**Типология экспериментальных заданий КИМ ОГЭ-2020 по физике**».

2. ***Поваляев О.А.***, генеральный директор ООО «Научные развлечения», к.т.н., организатор НИОКР по комплектам оборудования; тема доклада «**Презентация комплектов оборудования для выполнения экспериментальных заданий КИМ ОГЭ по физике**».

3. ***Вострокнутов И.Е.***, научный руководитель образовательных программ компании CASIO в России, д.п.н., профессор; тема доклада «**Повышение эффективности изучения физики, её практической направленности и результатов ОГЭ и ЕГЭ с помощью научных калькуляторов Casio**».

Рис. 2. Муханов С.В.

Рис. 3. Пентин А.Ю.

*

Рис. 4. Демидова М.Ю.

*

Рис. 5. Поваляев О.А.

Рис. 6. Востроknутов И.Е.

**Вместе с модернизацией всей системы заданий серьезно изменилась и система экспериментальных заданий и, следовательно, наборов к выполнению заданий. Поэтому в программу семинара-практикума был включен практикум по выполнению экспериментальных заданий ОГЭ-2020 с оборудованием новых комплектов.**

Практикум под руководством ***В.В.Березина*** – зам. директора школы №19 по учебно-методической работе, учитель физики высшей категории, к.физ.-мат.н. – прошел по окончанию пленарной части семинара.

Сначала перед учителями выступила с презентацией директор Центра физико-математического образования корпорации «Российский учебник» ***Тихонова Е.Н.*** по теме «**Подготовка к ОГЭ на уроках физики**» (см. **рис. 7-*а,б***).

Рис. 7*а*
Тихонова Е.Н. - слева, Березин В.В. - у доски

Рис. 7*б*.
На экране - презентация Тихоновой Е.Н.

Далее ***В.В.Березин*** провел практикум, на котором учителям была предоставлена возможность выполнить с оборудованием новых комплектов «ОГЭ-лаборатория» перспективные модели заданий ОГЭ-2020 (**рис. 8-*а,б,в***).

*

*б*)

Рис. 8: *а*) Березин В.В.

*в*)

В работе семинара приняли участие 60 человек, в том числе 8 директоров школ, 12 заместителей директоров школ по учебно-воспитательной работе и 35 учителей физики из 28 школ городского округа Химки.

Семинар получил высокую оценку его участников, а также директоров школ на состоявшемся в тот же день совещании руководителей общеобразовательных учреждений городского округа Химки.

**III. Подходы к обновлению комплектов ОГЭ и особенности комплектов оборудования для выполнения экспериментальных заданий с реальным оборудованием.**

Обновленные комплекты оборудования (№№1-7) и стойка представлены ниже (**рис. 9, *а-з***).

(Фотографии комплектов предоставлены ООО «Научные развлечения».)

| **Комплект №1** | |
|---|---|
| **элементы оборудования** | **рекомендуемые характеристики(1)** |
| • весы электронные | |
| • измерительный цилиндр (мензурка) | предел измерения 250 мл ($C$ = 2 мл) |
| • два стакана с водой | |
| • динамометр №1 | предел измерения 1 Н ($C$ = 0,02 Н) |
| • динамометр №2 | предел измерения 5 Н ($C$ = 0,1 Н) |
| • поваренная соль, палочка для перемешивания | |
| • цилиндр стальной на нити; обозначить № 1 | $V$ = (25,0±0,1) см$^3$, $m$= (195±2) г |
| • цилиндр алюминиевый на нити; обозначить № 2 | $V$ = (25,0±0,1) см$^3$, $m$ = (70±2) г |
| • пластиковый цилиндр на нити; обозначить № 3 | $V$ = (56,0±0,1) см$^3$, $m$ = (66±2) г |
| • цилиндр алюминиевый на нити; обозначить № 4 | $V$ = (34,0±0,1) см$^3$, $m$ = (95±2) г |

(1) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта №1 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:
- измерение средней плотности вещества (цилиндры №1-№4); архимедовой силы (цилиндры №3 и №4);
- исследование зависимости архимедовой силы от объема погруженной части тела (цилиндр №3) и от плотности жидкости (цилиндры №3 и №4); независимости выталкивающей силы от массы тела (цилиндры №1 и №2).

Рис. 9*а*. Комплект №1

.

| **Комплект №2** | |
|---|---|
| **элементы оборудования** | **рекомендуемые характеристики(2)** |
| • штатив лабораторный с муфтой и лапкой | |
| • динамометр 1 | предел измерения 1 Н ($C$ = 0,02 Н) |
| • динамометр 2 | предел измерения 5 Н ($C$ = 0,1 Н) |
| • пружина 1 на планшете с милли-метровой шкалой | жесткость (50±2) Н/м |
| • три груза | массой по (100±2) г каждый |
| • линейка | длина 300 мм с миллиметровыми делениями |
| • брусок с крючком и нитью | Масса бруска $m$ = (50 ±3) г |
| • направляющая I - длиной 500 мм | коэффициент трения бруска по направляющей приблизительно 0,2 |
| • направляющая II - длиной 500 мм; | коэффициент трения бруска по направляющей приблизительно 0,6 |

(2) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта №2 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:

– измерение жесткости пружины; коэффициента трения скольжения; работы силы трения;
– исследование зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления и от рода поверхности (направляющие 1 и 2); силы упругости, возникающей в пружине, от степени деформации пружины.

.

Рис. 9*б*. Комплект №2

.

| Комплект №3 | |
|---|---|
| **элементы оборудования** | **рекомендуемые характеристики(3)** |
| • источник питания постоянного тока | (4,5÷5,5) В (либо выпрямитель с входным напряжением 36÷42 В, либо батарейный блок) |
| • вольтметр двухпредельный | предел измерения 3 В, $C$ = 0,1 В; предел измерения 6 В, $C$ = 0,2 В |
| • амперметр двухпредельный | предел измерения 3 А, $C$ = 0,1 А; предел измерения 0,6 А, $C$ = 0,02 А |
| • резистор, обозначить R1 | сопротивление (5,7±0,6) Ом |
| • резистор, обозначить R2 | сопротивлением (8,2±0,8) Ом |
| • резистор , обозначить R3 | сопротивление (4,7±0,5) Ом |
| • переменный резистор (реостат) | сопротивление 10 Ом |
| • соединительные провода, 10 шт. | |
| • ключ | |

(3) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта №3 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:

– измерение электрического сопротивления резистора; мощности электрического тока; работы электрического тока;
– исследование зависимости силы тока, возникающего в проводнике, от напряжения на концах проводника;
– проверка правила для электрического напряжения при последовательном соединении резисторов; правила для силы электрического тока при параллельном соединении резисторов.

Рис. 9*в*. Комплект №3

.

| **Комплект №4** | |
|---|---|
| **элементы оборудования** | **рекомендуемые характеристики(4)** |
| • собирающая линза 1 | фокусное расстояние $F_1$ = (100±10) мм |
| • собирающая линза 2 | фокусное расстояние $F_2$ = (50±5) мм |
| • рассеивающая линза 3 | фокусное расстояние $F_3$ = - (75±5) мм |
| • линейка | длина 300 мм с миллиметровыми делениями |
| • экран | |
| • направляющая | (оптическая скамья) |
| • источник питания постоянного тока | 4,5 ÷ 5,5 В |
| • соединительные провода | |
| • ключ | |
| • осветитель в сборе со слайдом «Модель предмета» в рейтере | |
| • диафрагма щелевая с одной щелью | |
| • полуцилиндр | диаметр (50±5) мм |
| • планшет на плотном листе А4 с круговым транспортиром | на планшете обозначено место для полуцилиндра |

(4) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта №4 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:

– измерение оптической силы собирающей линзы; показателя преломления стекла;

– исследование свойства изображения, полученного с помощью собирающей линзы; изменения фокусного расстояния двух сложенных линз; зависимости угла преломления от угла падения на границе воздух-стекло.

Рис. 9*г*. Комплект №4

.

| Комплект №5 | |
|---|---|
| **элементы оборудования** | **рекомендуемые характеристики(5)** |
| • секундомер электронный с датчиками | |
| • направляющая | |
| • брусок деревянный с пусковым магнитом | масса бруска (50± 2) г |
| • штатив с двумя муфтами и лапкой и креплением для наклонной плоскости | |
| • транспортир | |
| • нитяной маятник с возможностью изменения длины нити | длина нити не менее 1 м |
| • 4 груза | масса по (100±2) г каждый |
| • пружина 1 | жесткость 50 Н/м |
| • пружина 2 | жесткость 10 Н/м |
| • мерная лента | |

(5) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта №5 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:

– измерение средней скорости движения бруска по наклонной плоскости; ускорения бруска при движении по наклонной плоскости; частоты и периода колебаний математического маятника; частоты и периода колебаний пружинного маятника (с электронным секундомером);

– исследование зависимости ускорения бруска от угла наклона направляющей; периода (частоты) колебаний математического маятника от длины нити; периода колебаний пружинного маятника от массы груза; периода колебаний математического маятника при изменении длины нити; периода колебаний пружинного маятника от массы груза.

.

Рис. 9*д*. Комплект №5

.

| Комплект №6 | |
|---|---|
| **элементы оборудования** | **рекомендуемые характеристики(6)** |
| • штатив с муфтой и лапкой | |
| • рычаг | |
| • блок подвижный | |
| • блок неподвижный | |
| • нить | |
| • три груза | масса по (100±2) г каждого |
| • динамометр 1 | предел измерения 5 Н ($C$ = 0,1 Н) |
| • линейка | длиной 300 мм с миллиметровыми делениями |

(6) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта №6 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:

– измерение момента силы, действующего на рычаг; работы силы упругости при подъеме груза с помощью неподвижного блока; работы силы упругости при подъеме груза с помощью подвижного блока;
– проверка условия равновесия рычага.

.

Рис. 9*е*. Комплект №6

.

| **Комплект №7** | |
|---|---|
| **элементы оборудования** | **рекомендуемые характеристики(7)** |
| • калориметр | |
| • термометр | |
| • весы электронные | |
| • измерительный цилиндр (мензурка) | предел измерения 250 мл ($C$ = 2 мл) |
| • цилиндр алюминиевый на нити; обозначить № 2 | $V$ = (25,0±0,1) см$^3$, $m$ = (70±2) г |
| • цилиндр алюминиевый на нити; обозначить № 4 | $V$ = (34,0±0,1) см$^3$, $m$ = (95±2) г |
| *Оборудование для использования специалистом по физике:* | |
| • чайник с термостатом (один на аудиторию) | устанавливается температура 70° |
| • термометр (один на аудиторию) | |
| • графин с водой комнатной температуры (один на аудиторию) | |

(7) Рекомендуемые характеристики элементов оборудования комплекта №7 должны обеспечивать выполнение следующих опытов:

– измерение удельной теплоемкости металлического цилиндра; количества теплоты, полученного водой комнатной температуры фиксированной массы, в которую опущен нагретый цилиндр; количества теплоты, отданного нагретым цилиндром после опускание его в воду комнатной температуры.

.

Рис. 9ж. Комплект №7

Рис. 9*з*. Стойка ОГЭ-лаб.

Обновление комплектов – это непрерывный процесс. Проанализируем некоторые направления, характерные для «ОГЭ-лаборатории» 2020.

**III.1. Избыточность комплектов по сравнению с тем набором, который необходим для выполнения конкретного задания, включенного в варианты КИМ**.

На экзамене для выполнения экспериментального задания каждому участнику выдается один из комплектов. При этом комплект содержит избыточный перечень оборудования по отношению к тому, которое необходимо для выполнения конкретного задания. Такой подход позволяет определить уровень сформированности такого умения, как подбор оборудования в соответствии с целью задания.

Проблема формирования этого умения определяется тем, что при выполнении фронтального эксперимента ученики получают набор в точном соответствии с целью работы. Избыточные наборы учащиеся получают только при работе с оборудованием «ФГОС-лабораторий», изготовленных ООО «Научные развлечения».

**III.2. Ключевые изменения произошли в составе комплекта №5**. Впервые ученики при изучении движения и измерении периода колебаний будут использовать электронный секундомер с датчиками положения (**рис. 10-*а,б***).

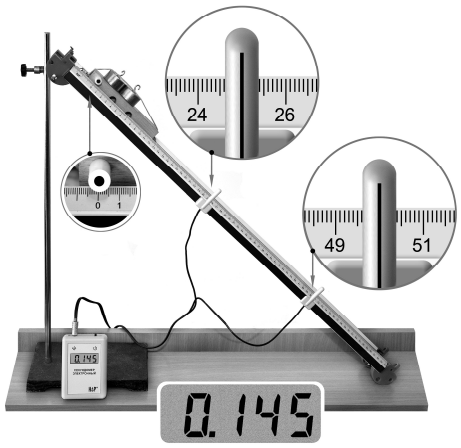


Рис. 10*а*. Установка

Рис.10*б*. На практикуме

Комплект №5 должен стать фронтальным набором оборудования, что позволяет перевести изучение механики на экспериментальную основу.

Таким образом, государственная итоговая аттестация способствует решению одной из ключевых задач методики изучения физики в школе.

**III.3. Принцип полноты проверки**.

В состав ОГЭ-лаборатории включен комплект №7 по молекулярной физике и термодинамике. Обратим внимание на особенность груза с крючком (**рис. 11**) - расположение крючка на образующей груза, а не на торце обеспечивает возможность использовать наименьшее количество воды при проведении опытов, что влияет на погрешность измерения: чем меньше холодной воды, тем выше её температура после теплообмена с нагретым цилиндром и меньше относительная погрешность.

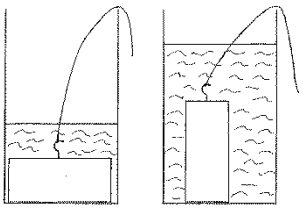

Рис. 11

Для выполнения принципа полноты проверки в состав комплектов должен быть включен комплект №8 для исследования электромагнитных явлений, в том числе и электромагнитной индукции. Это будет сделано в 2022 году.

**III.4**. **Технологические особенности комплектов**.

Приведенные выше грузы с крючками на образующей, а не на торце – это пример технологических особенностей оборудования для итоговой аттестации.

Другой пример: рассмотрим комплект по оптике (№ 4). В состав комплекта №4 входят 5 лампочек и батарейный блок. Батарейный блок обеспечивает напряжение 7,5 В, при котором лампочка на 4,8 В дает достаточно яркий пучок, но лампочка осветителя работает под напряжением выше номинального, поэтому в состав комплекта включено избыточное число лампочек.

Приведем результаты одного из исследований зависимости угла преломления от угла падения.

| $\alpha$, град | $\sin\alpha$ | $\gamma$, град | $\sin\gamma$ | $n$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | — |
| 10 | 0,17 | 7,5 | 0,13 | 1,31 |
| 20 | 0,34 | 14 | 0,24 | 1,42 |
| 30 | 0,50 | 20 | 0,34 | 1,47 |
| 40 | 0,64 | 25,5 | 0,43 | 1,49 |
| 45 | 0,71 | 28 | 0,47 | 1,51 |
| 50 | 0,77 | 31 | 0,52 | 1,48 |
| 60 | 0,87 | 35 | 0,57 | 1,53 |
| 70 | 0,94 | 39 | 0,63 | 1,49 |
| 75 | 0,97 | 40 | 0,64 | 1,52 |

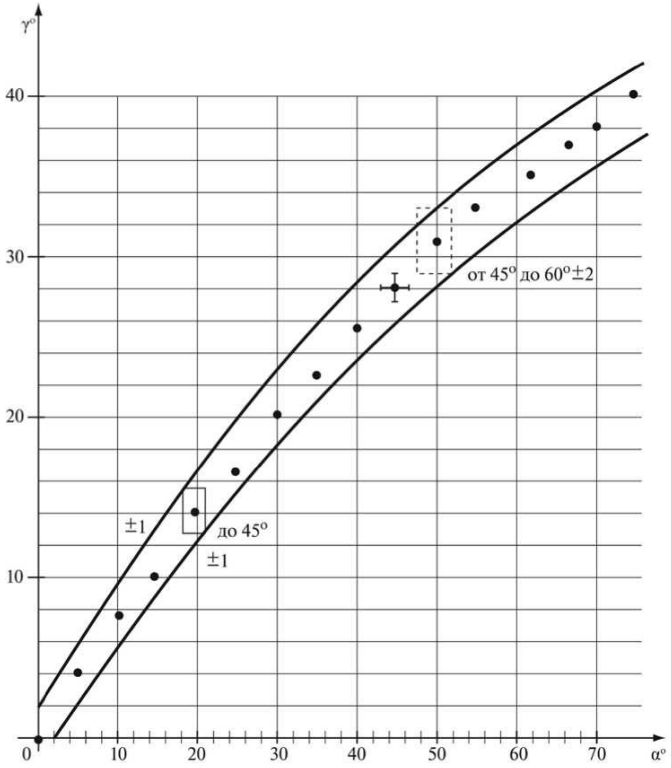

Рис. 12*а*

Рис. 12*б*

**III.5**. Приведенный пример показывает необходимость включения в состав комплектов для государственной итоговой аттестации научного калькулятора Casio fx-82EX (**рис. 13**), наличие которого является необходимым информационно-цифровым, технологическим компонентом оборудования.

Калькуляторам Casio мы отдаем предпочтение не только из-за целого ряда его технико-педагогических преимуществ (которые подробно представлены в монографии под ред. Никифорова Г.Г., см. **рис. 14-*а,б***), но и потому, что они имеют сертификаты, разрешающие их использование на ОГЭ по физике, химии и географии, входят в состав оборудования «ФГОС-лаборатории» и кабинета физики.

Рис. 13

.

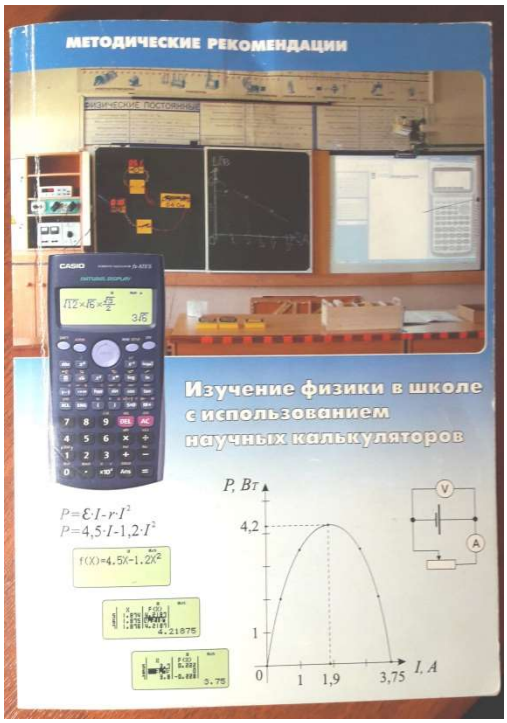


Рис. 14*а*

Г.Г. Никифоров, А.Р. Зильберман, Д.О. Смекалин,
И.Е. Востроκнутов, Н.С. Никитина,
А.В. Грудзинский, Н.В. Андреева

**ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКИ
В ШКОЛЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НАУЧНЫХ КАЛЬКУЛЯТОРОВ**

Методические рекомендации

Под ред. Г.Г. Никифорова

Москва
2008

Рис. 14*б*

В пособиях [2], [3], [4] подробно проанализировано использование калькулятора в учебном процессе по физике и при государственной аттестации:

1) решение задач;
2) выполнение лабораторных работ;
3) построение графиков по результатам измерений;
4) знакомство с методом наименьших квадратов;
5) оценка погрешностей в лабораторных работах;
6) элементы регрессиционного анализа;
7) использование калькулятора экспертами ОГЭ и ЕГЭ.

С опытом учителей физики Удельнинской гимназии Андреевой Н.В. и Пчелкиной М.А. по использованию калькулятора при решении задач можно ознакомиться по ссылкам, указанным в [5].

Таким образом, оказывается, что без калькулятора не только нельзя качественно решать задачи, возникающие на уроках физики, но и выполнить экспериментальные задания ОГЭ по физике.

**Литература**

1. Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е. Перспективная модель КИМ ОГЭ по физике. – журнал «Педагогические измерения», 2019. №1 – с. 28-36. http://fipi.ru/sites/default/files/document/journal/pi-2019-01_web.pdf

2. Изучение физики в школе с использованием научных калькуляторов: методические рекомендации / Г.Г. Никифоров, А.Р. Зильберман, Д.О. Смекалин, И.Е. Вострокнутов, Н.С. Никитина, А.В. Грудзинский, Н.В. Андреева. Под ред. Г. Г. Никифорова. 2008. — 272 с.

3. Повышение эффективности учебного процесса и результатов ЕГЭ по физики с использованием научных калькуляторов CASIO/ Вострокнутов И.Е., Никифоров Г.Г., Пальцев А.И., Розанов Д.С., Соболев В.В. 2-е и 3-е издания, дополненные и переработанные. 2017, 2018 - М.: Навигатор 83 с.

4. Погрешности в лабораторных работах по физике при выполнении экспериментальных и практико-ориентированных заданий ОГЭ и ЕГЭ. 7-11 классы/ Г. Г. Никифоров. Москва: Дрофа, 2015.

5. Уроки педагогов Удельнинской гимназии Пчелкиной М. А., Андреевой Н.В. Видео доступны в YouTube по ссылке:
https://www.youtube.com/watch?v=Vfn6RZeLg8g
https://www.youtube.com/watch?v=qDZ02e1f730&t=180s
https://www.youtube.com/watch?v=_EA3TDpyb1A