

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ПРОВЕДЕНИЯ УРОКОВ ФИЗИКИ МЕТАПРЕДМЕТНОГО ХАРАКТЕРА

Ганишева Н.Г.

*Ганишева Наталья Геннадьевна – учитель физики,
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №44,
г. Владимир*

Аннотация: учитель всегда стремится совершенствоваться, учиться у других коллег, учиться у общества, учиться у детей, с которыми работает. Именно такой подход дает право педагогу передавать свой жизненный опыт, знания подрастающему поколению. Учебный процесс это не только передача знаний, но и совершенствование способов их передачи, глубокий анализ эффективности этих способов, их разнообразие с учетом конкретной ситуации, уровня подготовленности и психологической атмосферы целого класса и каждого ребенка, и в тоже время стремление к универсальности степени результатов обучения.

В статье рассматривается одна из попыток представить урок физики на современном этапе развития образования в рамках Федерального государственного образовательного стандарта. Именно ученики предложили проведение обычного урока лабораторной работы изменить и дополнить с учетом их знаний в области IT-технологий. Любому наставнику лестно, когда в его среде воспитания появляются такие творческие, вдумчивые и заинтересованные дети. Особенным успехом результатов своего труда каждый педагог может считать, когда их ученики пошли по стопам своих учителей, а может быть и превзошли все ожидания.

Ключевые слова: урок, учащиеся, физика, информатика, длина световой волны, метапредметные связи

Введение. Каким должен быть современный урок в школе? Каждый участник образовательного процесса видит это, что называется «со своей колокольни».

Ребенок, ученик желает, чтобы на уроке было легко, весело, «прикольно». Можно было делать то, что ему самому хочется, и никто не заставлял выполнять такие задания, и прилагать такие усилия, которые ему не нравятся. А после окончания занятий в школе, изученный материал сам собой оставался в голове, и не надо домашнюю работу выполнять, учить уроки. Далеко не каждый ученик осознает, что то, что ему было тяжело усвоить, не нравилось, может оказаться очень, а иногда самым важным в жизни.

Учитель, педагог, наставник понимает важность получения широкого и разностороннего круга знаний, старается выполнять программу по предметам в полном объеме, дать практические навыки, подготовить к будущей взрослой жизни. На своем уровне компетентности постоянно объяснять, где и зачем нужны знания. А если говорить не только о педагоге, но и о классном руководителе, администраторах образовательного учреждения, то еще одной из целей является социальный заказ общества, государства. Необходимо, чтобы молодежь была востребована и адаптирована к реалиям конкретного места и времени.

Еще одним заинтересованным лицом является родитель. Часто любящие папа, мама, а также бабушки, дедушки осознают необходимость подготовки своего ребенка ко взрослой жизни. Стараются помочь в учебе, прилагают усилия в материальном обеспечении комфортной среде для учебы, вкладывают духовные, семейные, нравственные ценности, учат поддерживать и укреплять здоровье. Зная своего ребенка, могут акцентировать внимание на определенных направлениях внешкольной деятельности своего сына или дочери.

Идеальной ситуация конечно является тогда, когда усилия всех сторон-родителей, школы и ребенка идут в едином русле. А для этого необходима «сверка часов», важно слышать друг друга, чтобы своевременно устранять несоответствия восприятия педагогом и родителями образовательного процесса молодого гражданина нашего общества.

И наконец, основополагающей стороной, регулятором педагогического процесса является государство, общество. Заинтересованность в интеллектуальных научных кадрах, высококвалифицированных специалистах различных отраслей экономики, промышленности, ВПК, а также других сферах жизни страны - это вопрос процветания и суверенитета России в целом. Немаловажное внимание государство уделяет воспитанию культурного, ответственного молодого человека, без этого полноценного гражданина, способного выполнять современные задачи не вырастет [1].

Только тесная взаимосвязь этих четырех сторон образовательного процесса, постоянные усилия, доработки, изменения в ногу со временем, могут продвинуть его и дать желаемые результаты для каждого из вышеперечисленных [7]. Поэтому каждый шаг, даже такой небольшой, как обычный урок, в многосложном движении к цели, поставленной государством, является важным и должен устраивать всех заинтересованных лиц. Конечно, нельзя идти на поводу у популизма и превращать школьное образование в развлечение и игры не таких уже и маленьких детишек, как школьники, иначе получим 40-летних подростков, ждущих, что кто-то за них выполнит жизненные задачи, или даже будет возмущен: «я никому, ничего не должен!»

«Со своей колокольни», как учитель, на уроках физики, хотелось бы поделиться в этой статье только небольшой частью работы, в которой учитель формирует практические навыки в познании окружающего

мира, природы, техники, законов и физических явлений. Физика позволяет развить интерес к тем областям предмета, которые явным образом не обозначены в повседневной жизни, но без знаний, о которых объективно оценить и представить значимость научных открытий, используемых в современных приборах невозможно. Речь идет об электромагнитных излучениях и волнах. Точнее, только об одном из участков всей шкалы электромагнитных волн - световое излучение.

На данном уроке учащиеся в лабораторной работе могут самостоятельно понять с помощью научных методов, чем отличается и в чем сходство световых волн различного цвета, а также других электромагнитных волн. Кроме того, на уроке помимо непосредственного измерения длины световой волны, преследуется задача метапредметной связи физики и другого направления науки-информатики в нахождении общего результата и обработки информации с помощью компьютерных приложений WORD, EXCEL. Такие программы увеличивают скорость вычислений, делают вычисления более точными, позволяют работать сразу с большим массивом данных при помощи, введенной во все ячейки столбца или строки таблицы соответствующей формулы, позволяют строить наглядные диаграммы. На уровне учащихся одиннадцатых классов это вполне посильно, не только воспользоваться шаблонным текстом из описания лабораторной работы в учебнике[2], но и заранее дома оформить в электронном виде таблицу для полученных данных в ходе лабораторных измерений, заполнить бланк с результатами и выводами [3]. Когда ученик сам приложил усилия к постановке способов своей деятельности в изучении данной темы, его желание – «чтобы само осталось в голове», естественно исполнится [6].

В этой статье хотелось бы представить свое видение, как выглядит сама работа и подготовительные материалы к ней.

В теме «Волновая оптика» после изучения теоретического материала по интерференции и дифракции, вывода формулы длины световой волны, мы должны на практике подтвердить полученные знания лабораторным способом, что будет указано в целях и задачах урока. Учащиеся смогут продолжить формирование навыков пользования техническими средствами и физическими приборами, IT-технологиями. Спецификой урока является перенос знаний и умений из одного предмета в другую область знаний.

Тип урока - лабораторная работа по физике и информатике.

Структура урока будет представлена дальше.

Класс - выполняют работу по группам, т.е. половина класса общеобразовательной школы, средних способностей.

В ходе урока решаются следующие *задачи*:

Предметная:

- познакомить учащихся со способом определения длины световой волны с помощью дифракционной решетки и проверки справедливости физической формулы.
- научиться обрабатывать данные современными компьютерными технологиями.

Метапредметная:

- использование на уроке различных форм познавательной деятельности для развития уровня интеллектуального труда каждого учащегося.

Личностная:

- создание условий для самостоятельности и ответственности учащихся, умения работать в коллективе.

Научиться переносить знания из одной области наук в другие – это является *главной задачей*, поставленной на уроке.

Урок подразделяется на несколько этапов:

1. Постановка целей и задач, темы урока, и его место в изучаемом материале
2. Объяснение учащимися порядка выполнения работы. Здесь выделен основной теоретический материал, на который опирается вся лабораторная работа и описывается алгоритм деятельности учащихся, как в экспериментальных измерениях, так и в их электронной обработке.
3. Непосредственное выполнение детьми самой работы(15 мин.), включая эксперимент, работу в электронной таблице, построение диаграммы.
4. Если дети успевают раньше выполнить лабораторную работу, предлагается дополнительный тест.
5. Подведение итогов работы. Выводы о необходимости использования такой формы обучения. Рефлексия. Оценки с учетом устных ответов и теста. Порядок на рабочем месте.

Такой урок позволяет индивидуально подходить к обучению каждого, так как в самостоятельной работе видны все сложности, возникающие у ребенка и необходимая степень помощи учителя в данной работе. На уроке есть возможность и выделено достаточно времени, чтобы сформировать алгоритм работы и анализировать полученные результаты. Проверка и оценка знаний предусматривает:

- Правильность данных эксперимента и результатов вычислений;
- Выводы учащихся после проведения работы;
- Использование компьютерных возможностей.

Большую роль в успешном ходе урока играет предварительная подготовка не только ученика, но и учителя, наличия всех технических возможностей, используемых в ходе работы. В кабинете должны быть созданы все условия для удобства работы детей с физическими приборами и компьютером, оборудование

проверено, соблюдены и озвучены правила техники безопасности. Учитель должен стараться поддерживать спокойную рабочую атмосферу в классе, задания даются посильные, не однообразные.

Перед уроком загружается в папку «Лабораторная работа» таблица EXCEL, с подготовленными дома формулами и бланк- отчет (приложение 1), а также тест с сеткой для ответов (приложение 2), расставлены дифракционные установки, источник света. Рядом с дифракционными установками лежат таблицы и фломастеры, индивидуальная цветовая шкала длин волн и частот (приложение 3). На доске записана тема и цель урока.

Методология.

Лабораторная работа № 7.

Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

Приборы и материалы: дифракционные решетки, светофильтры, осветитель вертикальный с матовой поверхностью (рис.3) и установка, изображенная на рисунке 1, компьютер, электронный бланк лабораторной работы, бланк-отчет, электронная таблица и таблица на бумаге, фломастеры, тест для дополнительного задания, шкала длин волн видимого света.

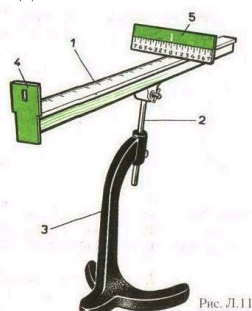


Рис. 1. Установка для измерения длины световой волны.

Задание 1. Ознакомиться с дифракционными спектрами

Наведите прибор на нить лампы, смотря на нее через дифракционную решетку и щель щитка, находящуюся на нулевом делении шкалы. Проверьте правильность расположения спектров на черном фоне над шкалой. Если будет наблюдаться смещение их с черного фона, устраните перекося поворотом рамки с решеткой. Передвигайте щиток со шкалой по бруску так, чтобы получить на шкале четкое изображение спектра.

Задание 2. Измерить длину световой волны

Определите по шкале щитка границы красного и фиолетового участков в спектрах первого и второго порядков с правой и с левой сторон (рис.2). Найдите средние значения от $a_{кр}$ до $a_{ф}$.

Определите по бруску (см. рис.1) расстояние b от дифракционной решетки до шкалы. Найдите отношение среднего расстояния a рассматриваемой части спектра от щели к расстоянию b дифракционной решетки от щитка $tga = a/b$ (рис. 4).

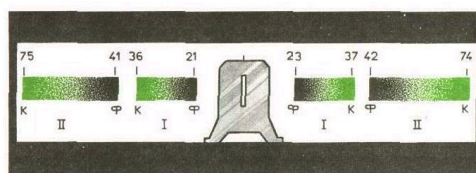


Рис. 2 Щиток с центральной щелью.

Рис. 2 Щиток с центральной щелью.

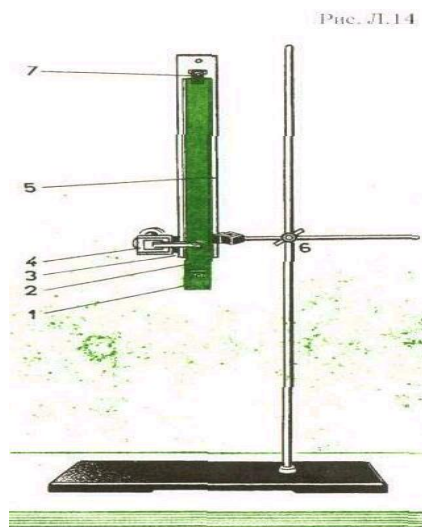


Рис. 3. Матовый осветитель

Рис. Л.13



Рис. 4. Схема расположения измеряемых величин.

Ввиду малости угла α можно допустить $\sin \alpha \approx \tan \alpha = a/b$. Вычислите длину волны для красного света по формуле $n \cdot \lambda = d \sin \alpha \approx da / b$,

где n — порядок спектра; d — постоянная решетки (указывает преподаватель). В опыте используются дифракционные решетки, в которых на каждом миллиметре нанесено 100 штрихов.

Аналогично вычислите длины волн до фиолетового света. Сравните найденные длины волн с табличными данными. Данные занесите в таблицу (приложение 6).

- Таблицу создать в программе EXCEL.
- Вычисления для перевода в систему СИ выполнить с помощью электронных формул.
- Ячейки с аналогичным содержимым заполнить методом копирования.
- Для вычисления длины волны создайте формулу и скопируйте её для всех цветов спектра.
- При помощи мастера диаграмм создайте диаграмму распределения длин волн по видимому спектру по полученным результатам (приложение 4).
- Таблицу и диаграмму из программы EXCEL перенесите в бланк- отчет и сохраните в папке «Лабораторная работа».
- Сделайте вывод о проделанной работе с учетом погрешностей измерений в письменном виде.

Ход урока:

1. Организационный момент (2-3 мин.). *Сообщение темы урока, цели, связь с предыдущим материалом, техника безопасности.*

Учитель: мы изучили на прошлых уроках такие явления волновой оптики, как интерференция и дифракция по физике и тему компьютерное моделирование для решения жизненных задач в информатике. Сегодня на основе полученных теоретических знаний нам предстоит на практике ими воспользоваться.

Цель: измерить длину световой волны с помощью дифракционной решетки, обработать результаты при помощи компьютера, подтвердить справедливость формулы длины световой волны.

2. Объяснение порядка выполнения работы (8 мин.)

Учитель: Ребята! Дома вы уже познакомились с описанием работы, продумали, как будете выполнять эксперимент и заполнять в таблицу EXCEL данные. На экране мониторов у вас открыта папка с файлом описания работы. Полосой прокрутки вы можете еще раз просмотреть его и обратить внимание на формулу для вычисления.

Обращение к ученику: Назвать формулу и записать на доске.

Ответ:

$$\lambda = d \cdot \sin \varphi / n \approx d \cdot \tan \varphi / n \approx d \cdot a / (b \cdot n)$$

a — расстояние от щели до данного цвета;

b — расстояние от щели до дифракционной решетки;

λ — длина световой волны;

n — порядок дифракционного максимума (1-й или 2-й);

d — постоянная дифракционной решетки.

Обращение к ученику: С чего начнем выполнение работы? Сколько выполним измерений?

Ответ: Установить расстояние до щели, чтобы появилось четкое изображение спектра 1-го и 2-го порядка и записать в таблицу (приложение 5) три величины:

a — расстояние от центра до цвета 1-го и 2-го порядка в мм;

b — расстояние от щели до дифракционной решетки;

n — порядок дифракционного максимума (1-й или 2-й).

Обращение к ученику: Что дальше будем делать с полученными данными?

Ответ: Открываем в папке «Лабораторная работа» электронную таблицу и заносим данные в неё, переводим в СИ из мм в м с помощью электронной формулы, копированием заносим данные во все одинаковые строки.

Обращение к ученику: Как по данным в таблице вычислить длину световой волны?

Ответ: Заменяем в формуле $\lambda \approx d \cdot a / (b \cdot n)$ величины адресами ячеек, в которых они находятся в СИ. Затем скопируем формулу на все нижние строки с другими цветами.

Обращение к ученикам: Когда получите готовые результаты, первый выполнивший перенесет свои результаты в таблицу на доске и сверим со своими результатами.

3. Выполнение работы (15 мин.)

Дети приступают к выполнению измерений (5 мин.) Затем переносят данные в электронные таблицы и обрабатывают, сравнивают с точными результатами с обратной стороны таблиц (10 мин.), заполняют бланк-отчет, делают выводы, строят диаграмму по всем длинам волн[4].

4. Подведение итогов эксперимента (5 мин.)

Учитель во время работы подходит к каждому и предлагает одному из учеников перенести результаты на доску.

красный	оранжевый	желтый	зеленый	голубой	синий	фиолетовый

5. Подведение итогов урока учениками (7 мин.) – рефлексия.

Вопросы классу:

- По полученным результатам выясните, соответствуют ли они точным научным измерениям?

Возможный ответ: Результаты незначительно отличаются или почти соответствуют, хотя мы выполняли измерения в достаточно грубых единицах для данной физической величины – мм.

- Какие погрешности нужно учитывать?

Возможный ответ: Инструментальные – половина цены деления 0,5 мм. Глазомера – отклонение угла зрения, слитность цветов, ощущение цвета каждым человеком.

- Какой вывод можно сделать по диаграмме?

Возможный ответ: Диаграмма наглядно показывает убывание длины волны от красного цвета к фиолетовому.

- Мы и раньше выполняли лабораторные работы по физике. Какие преимущества появились после изучения информатики?

Возможный ответ:

1) С помощью компьютера можно быстрее и более точно (с меньшей погрешностью) подсчитать результаты эксперимента.

2) Нам это пригодится в дальнейшем образовании, в любой выбранной профессии.

3) Интереснее работать с компьютером, чем с калькулятором, карандашом и линейкой.

4) На экране монитора более наглядно воспринимается результат работы.

6. Подведение итогов урока учителем.

С помощью дифракционной решетки мы измерили длину световой волны. Подтвердили справедливость формулы Юнга для измерения длины световой волны. Закрепили навыки использования компьютера для решения физических задач. Оценки после проверки лабораторной работы будут объявлены с учетом устных ответов и активности во время урока. Заполненные бланки – отчеты нужно сохранить в папку «Лабораторные работы» на рабочем столе. Попросить детей привести в порядок свое рабочее место.

Если остается время детям предлагается дополнительное задание – тест на дополнительную оценку.

На этом урок окончен.

Приложение к уроку.

1. Бланк-отчет, выполненный детьми заранее дома в программе Word
2. Дополнительный тест с таблицей для ответов
3. Цветная таблица длин и частот световой волны
4. Диаграмма длин световых волн
5. Раздаточный материал в виде таблицы в полиэтиленовом файле, с возможностью многократного исправления и занесения значений.
6. Электронная таблица Excel с подготовленными формулами

Бланк-отчет, выполненный детьми заранее дома в программе Word

БЛАНК-ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ.

ФАМИЛИЯ

ИМЯ

КЛАСС

**ТАБЛИЦА С РЕЗУЛЬТАТАМИ
ДИАГРАММА
ВЫВОД
ОЦЕНКА**

Дополнительный тест с таблицей для ответов

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ-ТЕСТ

1. Какое из наблюдаемых явлений объясняется интерференцией света? Укажите все правильные ответы.

- a. Излучение света лампой накаливания.
- b. Радужная окраска компакт-дисков.
- c. Радужная окраска мыльных пузырей.

2. Какое из приведенных ниже выражений определяет понятие интерференции? Укажите все правильные ответы.

- a. Наложение когерентных волн.
- b. Разложение света в спектр при преломлении.
- c. Огибание волной препятствия.

3. Какие условия необходимы для наблюдения максимума интерференционной картины? Укажите все правильные ответы.

- a. Источники волн когерентны, разность хода может быть любой.
- b. Источники волн когерентны, разность хода $\Delta l = 2k\lambda/2$
- c. Источники волн когерентны, разность хода $\Delta l = (2k+1)\lambda/2$

4. Укажите все правильные ответы. Две световые волны являются когерентными, если:

- a. Волны имеют одинаковую частоту ($\nu_1 = \nu_2$).
- b. Волны имеют постоянную разность фаз колебаний ($\Delta\varphi = \text{const}$)
- c. Волны имеют одинаковую частоту ($\nu_1 = \nu_2$) и постоянную разность фаз колебаний ($\Delta\varphi = \text{const}$)

5. Какие условия необходимы для наблюдения минимума интерференционной картины? Укажите все правильные ответы.

- a. Источники волн когерентны, разность хода может быть любой.
- b. Источники волн когерентны, разность хода $\Delta l = 2k\lambda/2$
- c. Источники волн когерентны, разность хода $\Delta l = (2k+1)\lambda/2$

6. Какое условие является необходимым для наблюдения устойчивой интерференционной картины? Укажите все правильные ответы.

- a. Одинаковые амплитуды и частоты колебаний.
- b. Одинаковая частота и постоянная разность фаз колебаний.
- c. Одинаковая амплитуда и период колебаний.

--	--	--	--	--	--

450 - 380 нм, 667 - 789 ТГц
480 - 450 нм, 625 - 667 ТГц
500 - 480 нм, 600 - 625 ТГц
560 - 500 нм, 536 - 600 ТГц
590 - 560 нм, 508 - 536 ТГц
620 - 590 нм, 484 - 508 ТГц
780 - 620 нм, 385 - 484 ТГц

таблица длин волн и частот

Рис.5. Цветная таблица длин и частот световой волны.

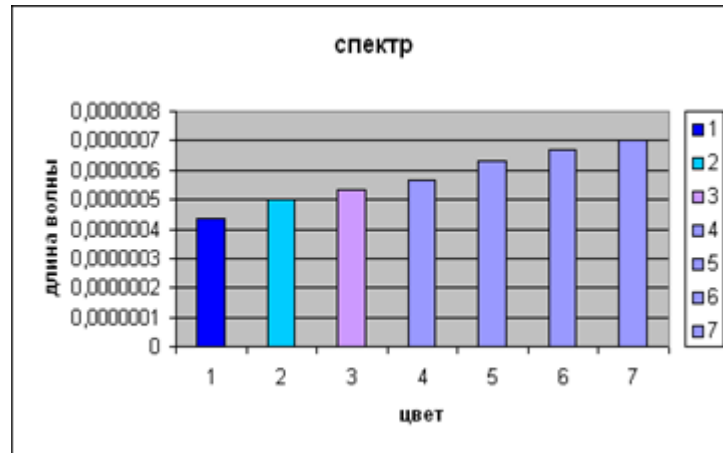


Рис. 6. Диаграмма длин световых волн.

Таблица 1. Раздаточный материал в виде таблицы в полиэтиленовом файле, с возможностью многократного исправления и занесения значений.

№ опыта	Постоянная решетки d , мм	В СИ d , м	Порядок спектра n	Видимые границы спектра a , мм	В СИ a , м	Расстояние дифракционной решетки до шкалы b , мм	от В СИ b , м	Длина волны λ , м	Цвет спектра
1.	0,01	0.00001	1						Красный
2.			1						Оранжевый
3.			1						Желтый
4.			1						Зеленый
5.			1						Голубой
6.			1						Синий
7.			1						Фиолетовый
8.			2						Красный
9.			2						Оранжевый
10.			2						Желтый
11.			2						Зеленый
12.			2						Голубой
13.			2						Синий
14.			2						Фиолетовый

Таблица 2. Электронная таблица Excel с подготовленными формулами и примерные результаты заполнения таблицы.

постоянная решетки d, мм	В СИ м	порядок спектра n	видимые границы спектра а, мм	В СИ м	расстояние от дифракционной решетки до шкалы b, мм	в СИ b, м	длина волны λ , м	№ опыта
0,01	0,00001	1	1,3	0,013	30	0,3	4,33333E-07	фиолетовый
0,01	0,00001	1	1,5	0,015	30	0,3	0,0000005	синий
0,01	0,00001	1	1,6	0,016	30	0,3	5,33333E-07	голубой
0,01	0,00001	1	1,7	0,017	30	0,3	5,66667E-07	зеленый
0,01	0,00001	1	1,9	0,019	30	0,3	6,33333E-07	желтый
0,01	0,00001	1	2	0,02	30	0,3	6,66667E-07	оранжевый
0,01	0,00001	1	2,1	0,021	30	0,3	0,0000007	красный
0,01	0,00001	2	2,6	0,026	30	0,3	4,33333E-07	фиолетовый
0,01	0,00001	2	2,8	0,028	30	0,3	4,66667E-07	синий
0,01	0,00001	2	3	0,03	30	0,3	0,0000005	голубой
0,01	0,00001	2	3,2	0,032	30	0,3	5,33333E-07	зеленый
0,01	0,00001	2	3,4	0,034	30	0,3	5,66667E-07	желтый
0,01	0,00001	2	3,8	0,038	30	0,3	6,33333E-07	оранжевый
0,01	0,00001	2	4,2	0,042	30	0,3	0,0000007	красный

В заключении этой статьи необходимо отметить, что представленный материал – это способ проведения урока лабораторной работы в разнообразных видах деятельности, это осуществление системно-деятельностного подхода в образовательной сфере [7].

Для построения урока в рамках ФГОС НОО важно понять, какими должны быть критерии результативности урока, вне зависимости от того, какой типологии мы придерживаемся.

1. Цели урока задаются с тенденцией передачи функции от учителя к ученику.
2. Учитель систематически обучает детей осуществлять рефлексивное действие (оценивать свою готовность, обнаруживать незнание, находить причины затруднений и т.п.)
3. Используются разнообразные формы, методы и приемы обучения, повышающие степень активности учащихся в учебном процессе.
4. Учитель владеет технологией диалога, обучает учащихся ставить и адресовать вопросы.
5. Учитель эффективно (адекватно цели урока) сочетает репродуктивную и проблемную формы обучения, учит детей работать по правилу и творчески.
6. На уроке задаются задачи и четкие критерии самоконтроля и самооценки (происходит специальное формирование контрольно-оценочной деятельности обучающихся).
7. Учитель добивается осмысления учебного материала всеми учащимися, используя для этого специальные приемы.
8. Учитель стремится оценивать реальное продвижение каждого ученика, поощряет и поддерживает минимальные успехи.
9. Учитель специально планирует коммуникативные задачи урока.
10. Учитель принимает и поощряет, выражаемую учеником, собственную позицию, иное мнение, обучает корректным формам их выражения.
11. Стиль, тон отношений, задаваемый на уроке, создают атмосферу сотрудничества, сотворчества, психологического комфорта.
12. На уроке осуществляется глубокое личностное воздействие «учитель – ученик» (через отношения, совместную деятельность и т.д.)

С этого урока дети уходят, почувствовав себя современными юными исследователями, которым подвластны взрослые и серьезные задачи.

Список литературы

1. Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 N 413 (ред. от 12.08.2022) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования»/ КонсультантПлюс// [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131131/ (дата обращения: 28.11.2022).
2. *Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М.* Физика.11 класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень. М.: Просвещение, 2016. 419с.
3. *Поляков К.Ю., Еремин Е.А.* Информатика. 9 класс, учебник. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2019. С. 111.
4. *Поляков К.Ю., Еремин Е.А.* Информатика. 8 класс, учебник. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2019 г. С.182;
5. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 24.09.2020 г. № 519 "О внесении изменения в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования,

утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413"// Российская газета от 25.12.2020

6. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 11.12.2020 г. № 712 "О внесении изменений в некоторые федеральные государственные образовательные стандарты общего образования по вопросам воспитания обучающихся"// Российская газета от 29.12.2020
7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 "О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413"// Российская газета от 13.09.2022