

**Макет учебного занятия «Эталонный урок»
(5–7 класс, 45 минут)**

Моделирование процесса столкновения ядер		
Жанр встречи и время	Учебное занятие с элементами самостоятельного эксперимента; 45 минут	
Смысл	Основная идея урока — на основе небольших самостоятельных исследований, связанных с измерением размеров тел, показать важность существования эталона единиц измерения и сформулировать требования, предъявляемые к эталону. В ходе занятия его участникам предстоит описать размеры тел без использования измерительных приборов, изготовить самостоятельно меру длины и провести с её помощью измерения.	
Возраст и количество участников	Учащиеся 5–7 классов; работа в группах численностью не более 5 человек	
Ресурсное обеспечение	Оборудование и материалы для работы: <ul style="list-style-type: none"> • предметы достаточно простой геометрической формы разных размеров (точилка, пенал, детские кубики, книга, лист бумаги и т. д.); • линейка 20 см; • плотная прозрачная часть пластикового скоросшивателя; • скотч; нить; • ножницы. 	
Этапы и время	Действия организатора (педагога)	Действия участников (школьников)
<i>Занятие 1</i>		
Этап 1: <i>мотивационный блок</i> (5–7 минут)	Основная цель: в ходе беседы актуализировать общую информацию о том, для чего нужны измерения. Что значит измерить какую-либо величину; чем определяется выбор единицы измерения. В качестве подсказки к следующему этапу можно предварительно продемонстрировать мультфильм «38 попугаев», который замечательно иллюстрирует, что значение измеряемой величины зависит от выбора единицы измерения: измеряемая величина — длина удава; единицы измерения: попугайский шаг, расстояние, проходимое мартышкой за кувырок, длина оборота вокруг слонёнка. Правда, в мультфильме, конечно, используются сокращённые названия: длина измеряется в попугаях, мартышках и слонёнках ☺	Участвуют в обсуждении вопросов, возникающих в ходе беседы.
Этап 2: <i>постановка задачи</i> (7 минут)	Класс делится на небольшие группы. На столах оставляют только карандаш и нелинованный лист бумаги. Учитель выдаёт каждой команде некоторый простой предмет: стакан, книгу, точилку для карандашей (несложные геометрические контуры). Команда должна как можно более точно описать размеры данного предмета за 5 минут. Так как линеек под рукой нет, единственный способ — использовать в качестве меры собственную руку. По окончании групповой работы команды сообщают, что они взяли в качестве единицы измерений, поясняя почему. Например, размер точилки явно меньше размеров ладони, потому ребята скорее выберут измерение в толщине пальца или длине одной из фаланг пальца, возможно, некоторые вспомнят о том, что такое дюйм. Следует отметить команды, которые оказались наиболее оригинальными в своём выборе, и команды, которые нашли больше всех параметров для измерений.	Работа в группах с элементами самостоятельного поиска.

<p>Этап 3: <i>постановка «проблемы» : почему нужен эталон (7 минут)</i></p>	<p>Учитель просит команды обменяться описаниями и предметами и поработать «контролёрами». Совпадут ли результаты команд? Если нет, то команда должна пояснить почему. Ребята должны прийти к выводу о том, что использование в качестве меры человеческой руки, да и всего, что связано с самим человеком, неудобно, т. к. люди все разные, а значит, у них отличается и размер ладони, и длина фаланги. Чтобы результаты совпали, нужно что-то одинаковое для всех.</p>	<p>Взаимопрверка измерений в группах и обсуждение результатов .</p>
<p>Этап 4: <i>информационный (7 минут)</i></p>	<p>Учитель рассказывает о введении эталонов для времени, длины и массы (информация в приложении). Уточняет, что самое главное в эталоне — «одинаковость» для всех. После возможен показ фрагмент фильма: https://www.youtube.com/watch?v=qWjx9sV9j0c&list=PLANOjrh_B3UKozlFXu54uAka4nn6Qjmo&index=3</p> <p>Рассказывает, что эталоны, принятые в середине XIX века в современном мире, когда исследования идут на уровне строения вещества, оказались недостаточно точны, а потому сегодня учёные создают новые эталоны с использованием свойств атомов и ядер.</p> <p>Линейка, которая лежит в школьных рюкзаках, — мера, изготовленная на основе эталона, поэтому измерения, сделанные линейкой различными учениками, не будут сильно отличаться.</p> <p>На следующем этапе ребятам предстоит измерять большие расстояния, поэтому учитель предлагает им придумать, как изготовить эталон длины, используя те материалы, которые есть у них под рукой. Придумать название своему эталону (соответственно, единицу измерения)</p> <p>Скорее всего, ребята выберут в качестве эталонного размер какого-либо предмета, который одинаков для всех и доступен всем (например, ширину парты).</p>	<p>Участвуют в обсуждении вопросов, возникающих в ходе беседы.</p>
<p>Этап 5: <i>решение задач или выполнение практического задания (10 минут)</i></p>	<p>Практическое задание № 1</p> <p>Изготовить собственную меру на основе выбранного эталона. Сравнить, одинаковые ли меры получились у ребят в группе.</p> <p>Используя изготовленную меру, измерить размеры протяжённого объекта (длину стены, длину подоконника, ширину классной доски). В процессе измерений ребята столкнутся с рядом трудностей, из которых они должны найти выход: с одной стороны, им сложно измерять, т. к. надо многократно перемещать эталон; с другой стороны — значение величины почти наверняка получится не целым числом, а потому каждый из измеряющих столкнётся с проблемой, что делать, если остаётся расстояние, меньше эталонного.</p> <p>На этапе выполнения практического задания учитель ни в коем случае не должен пытаться подсказать. Важно, чтобы ребята предложили решение проблемы самостоятельно (даже если оно кажется учителю неудачным). По окончании работы групп следует организовать обсуждение: с какими проблемами столкнулись ребята и как они их решили.</p> <p>Возможный выход: использование половин, четвертей и других долей единицы измерения. В том случае, если мера изготовлена из нити, гибкого пластика и даже бумаги, она будет легко делиться на доли сгибанием. А вот с твёрдой мерой (например, карандаш) деление на части можно провести только «на глазок»...</p> <p>Помимо решений практического задания можно предложить ребятам решить ряд задач со старинными мерами длины. Примерную величину забытых старинных мер измерения ребята самостоятельно могут поискать в интернете.</p> <p><u>№ 1. Узнайте рост</u></p>	<p>Работа в группах с элементами самостоятельного поиска.</p>

	<p>От горшка два вершка. Решение: В данном выражении под «горшком» подразумевается мера, равная 9 см (была такая единица измерения), а вершок равен 4,5 см. Поэтому мы можем сложить эти величины и узнать рост «маленького человека»:- горшок+вершок+вершок = $9+4,5+4,5 = 18$ см. <u>№ 2. Какого роста был Герасим из повести Н.А.Некрасова «Муму»?</u> В рассказе говорится, что он был «мужчина двенадцати вершков роста». Особенность решения: 1 вершок равен 4,5 см, а 12 вершков — 54 см. Эта цифра сразу должна насторожить ребят в силу своей малости. Следует рассказать о том, что в старину рост определялся свыше обязательных для нормального человека 2 аршин, равных 142 см. И к обязательным $1,42+54 = 196$ см. Рост Герасима равен 196 см. <u>№ 3. Сравнить рост Дюймовочки с ростом Мальчика-с-пальчик.</u></p>	
Подведение итогов (3 минуты)	Совместная работа: обсуждение, что нового ребята узнали, какие задания им были наиболее интересны, какие показались сложными.	

Приложение

Самые точные наручные или настенные часы грешат против эталонного времени в миллиарды раз. Впрочем, в быту и не нужна точность до долей микросекунды. Но она совершенно необходима в исследовании космоса, для создания систем навигации, управления воздушным движением, повышения качества теле- и радиопередач и многих других целей.

Эталон времени — особенный. Все остальные эталоны вводятся в действие периодически, для сличения с ними вторичных и рабочих эталонов. Но эталон, хранящий шкалу времени, нельзя остановить, как нельзя остановить время. Он работает всегда. Меньше всего он напоминает часы, а оборудование и научные подразделения, которые обеспечивают эксплуатацию эталона, занимают большое здание. Находится оно во Всероссийском научно-исследовательском институте физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ) под Москвой.

Эталон времени — это сложный комплекс, в который входят цезиевые реперы (генераторы, дающие строго определённую частоту) и водородные хранители частоты, хранители шкал времени, приборы для измерения временных интервалов и другая аппаратура. Некоторые составляющие эталона уникальны, например, радиооптический частотный мост, который служит для измерения частот излучения лазеров. В мире, кроме России, такой мост есть только в Канаде, во Франции, в США и Великобритании. Российский государственный эталон времени входит в группу лучших мировых эталонов, его относительная погрешность не превышает $5 \cdot 10^{-14}$, то есть 0,00000000000005 секунды. За полмиллиона лет эталон даст погрешность в одну секунду.

Венцом прогресса стали высокоточные атомные часы, погрешность хода которых составляет всего лишь одну секунду за 30 миллионов лет. И сейчас человечество живёт в «атомном времени», т. е. именно ход атомных часов является эталоном всемирного времени. Сигнал от атомных часов с помощью сложных протоколов передаётся по всему миру, за что отвечает Международная служба вращения Земли.

От линейки — к лазеру

Первое определение метра — одна десятиmillionная доля четверти земного меридиана, проходящего через Париж. К 1799 г. французами были выполнены необходимые измерения и изготовлен эталон — платиновая линейка. Её и поныне называют «архивный метр». Старшее поколение, очевидно, помнит по школьному учебнику физики рисунок линейки X-образного сечения длиной 102 см, на которой нанесены две группы штрихов. Расстояние между средними штрихами этих групп равнялось 1 метру.

Старые эталоны (платиново-иридиевая линейка и пришедшие ей на смену кадмиевые и криптоновые лампы) не позволяли определить значение метра с погрешностью меньше 10^7 . А этого было уже недостаточно. Развитие техники, и прежде всего электроники, требовало создания деталей с более высокой точностью. Чтобы сделать новый эталон, нужно было придумать метру новое определение, причём привязанное к заведомо постоянным величинам, так называемым фундаментальным физическим константам. Было заманчиво определить метр через время и скорость. До этого додумались ещё мудрецы Халдеи: во время специального обряда на горизонтальной площадке жрец ловил взглядом первую точку появления Солнца на горизонте и размеренным шагом устремлялся ему навстречу; как только над горизонтом всходил весь диск, жрец останавливался, место отмечалось — таким образом определялась мера длины «стадий» — около 185 метров.

Со временем всё было в порядке — погрешность его эталона в сотни тысяч раз меньшая, чем у метра. Но возникли проблемы со скоростью. Годилась лишь одна фундаментальная константа — скорость света в вакууме, но погрешность определения её значения не могла быть меньше, чем у эталона метра (ведь скорость — это те же метры в секунду). Образовался заколдованный круг. И разорвали его, приняв неординарное решение: считать наиболее достоверное из измеренных значений скорости света истинным, то есть не имеющим погрешностей. Так появилось новое определение метра — он равен пути, проходимому светом в вакууме за $1/2999792458$ доли секунды, а сам метр попал в «вассальную зависимость» от времени.

Хранится российский эталон длины во Всероссийском научно-исследовательском институте метрологии имени Д.И. Менделеева в Петербурге. Основные части его — источник оптического излучения с известной длиной волны (лазер) и интерферометр (прибор, с помощью которого подсчитывают число волн на проверяемом образце).

700 тонн в основании 1 килограмма

Современные эталоны — это, как правило, сложные аппаратные комплексы. А эталон массы был и остаётся гирей — платиново-иридиевой «образца 1889 года» (именно тогда Международное бюро мер и весов изготовило 42 эталона килограмма). Сущность самой измерительной операции также осталась прежней и сводится к сравнению двух масс при взвешивании. Конечно, изобретены сверхчувствительные весы, растёт точность взвешивания, благодаря которой появляются новые научные открытия (так, например, были открыты аргон и другие инертные газы), но всё же эталон массы — это источник головной боли для метрологов всего мира.

Килограмм никак не связан ни с физическими константами, ни с какими-либо природными явлениями. Поэтому эталон берегут тщательнее, чем зеницу ока, — в буквальном смысле не дают пылинке на него сесть, ведь пылинка — это уже несколько делений на чувствительных весах. Международный прототип эталона достают из хранилища не чаще одного раза в пятнадцать лет, российский — раз в пять лет. Все работы ведутся с вторичными эталонами (только их допускается сравнивать с основным), от вторичного эталона значение массы передаётся рабочим эталонам, от них — к образцовым наборам гирь.

Проходят годы, и эталон килограмма худеет или полнеет. Определить, что именно с ним происходит, принципиально невозможно — здесь плохую услугу оказывает одинаковость всех эталонов массы. Поэтому во многих метрологических лабораториях мира ведутся интенсивные поиски новых путей создания и определения эталона килограмма. Например, есть идея привязать его к вольту и ому, (единицам измерения электрических величин) и взвесить с помощью эталона единицы силы тока — ампер-весов. Теоретически можно представить себе эталон килограмма в виде идеального кристалла, содержащего известное число атомов определённого химического элемента (точнее — одного его изотопа). Но способы выращивания таких кристаллов пока неизвестны.

Словом, мы, возможно, стоим на пороге революционного открытия в метрологии. Но пока «капризный килограмм» требует к себе большого почтения. Эталонные весы во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева установлены на специальном фундаменте в 700 тонн, не связанном со стенами здания, чтобы исключить влияние вибраций. Температура в помещении, где за сутки на весы устанавливаются две килограммовые гири, поддерживается с точностью до 0,01 °С, а все операции ведутся из соседней комнаты с помощью манипуляторов. Погрешность эталона массы России не превышает +0,002 мг.

Подробнее см.: <http://www.nkj.ru/archive/articles/8210/> (Л. Брянский. Эталоны // Наука и жизнь. 1999. № 1).