

**ФССО-2021**

Секция №5

**НОВОЕ СРЕДСТВО НАГЛЯДНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

**Федотов Г. А.**

Военно-морской политехнический институт

ВУНЦ ВМФ “Военно-морская академия”

Санкт-Петербург

## 1. Введение

Наглядность – один из основных дидактических принципов обучения.



Поиск новых средств наглядности при обучении физике с целью *повышения уровня наглядности* учебного материала -  
- актуальная теоретическая и практическая задача.

Об актуальности задачи свидетельствуют также регулярные публикации на тему наглядности в обучении, например:

- [1]. Усольцев А.П., Шамало Т.Н. Наглядность и её функции в обучении // Педагогическое образование в России. - 2016, № 6. - С. 102-109.
- [2]. Ляпцев А.В., Денисевич А.А. Роль наглядности при формировании мышления на уроках физики. Возможности, предоставляемые учителю информационными технологиями. В сборнике: Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к юбилею Т.Н. Шамало. Екатеринбург, 2020. С. 145-147.

## 2. Цель работы

- предложить новое средство наглядности для учебных занятий по физике.

## 3. Результаты

Для повышения степени наглядности представления учебного материала при изложении курса физики предлагается использовать динамические материальные модели векторов.

Такую модель вектора естественно назвать вектором-предметом [3]:

[3]. Федотов Г.А. Вектор-предмет как средство наглядности в обучении физике // “Современное образование: содержание, технологии, качество”. Материалы XXVII международной научно-методической конференции. СПб.: Издательство СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, 2021. 586 с. С. 378-380.

С помощью вектора-предмета можно наглядно иллюстрировать  
*в трёхмерном пространстве*

операции над векторами, используемые в различных разделах физики -  
- в механике, молекулярной физике, электромагнетизме, оптике.

## Два примера операций над векторами

Первый пример - наглядная иллюстрация умножения вектора на скаляр.

Здесь вектор-предмет - это телескопическое устройство типа раздвижной указки или телескопической антенны:



Вектор  $A$ .

Модель воспроизводит *обе* характеристики вектора – и длину, и направление.

Устройство моделирует вектор, который умножается на число, и вектор, который получается в результате умножения.

Длина устройства моделирует *модуль* вектора.

Направление оси устройства указывает *направление* вектора в пространстве.

Выдвигая или вдвигая звенья устройства (то есть меняя длину устройства), преподаватель варьирует (увеличивает или уменьшает) модуль вектора.

Поворачивая ось устройства в пространстве, преподаватель варьирует направление вектора.

Некоторые частные случаи для вектора  $A$

Векторы  $KA$  при различных  $K$ :



$K=0,5$



$K=1,5$



$K=2$



$K=-1$



$K=-0,5$



$K=-1,5$



$K=-2$



Если  $|K| > 1$ , то  $|KA| > |A|$ . Если  $|K| < 1$ , то  $|KA| < |A|$ .

Если  $K > 0$ , то  $KA \parallel A$ . Если  $K < 0$ , то  $KA \parallel -A$ .

Конкретный физический пример - иллюстрация соотношения  $F = qE$ , где  $F$  - сила, действующая на заряд  $q$  в электрич. поле напряжённостью  $E$ .

Преподаватель демонстрирует в трехмерном пространстве коллинеарность векторов  $F$  и  $E$ .

При этом он показывает, что при  $q > 0$  векторы сонаправлены, а при  $q < 0$  направлены в противоположные стороны.

Изменяя длину вектора-предмета  $E$  и длину вектора-предмета  $F$ , преподаватель иллюстрирует прямо пропорциональную зависимость модуля вектора  $F$  от модуля вектора  $E$  и от абсолютной величины  $q$ .

Для моделирования двух векторов можно использовать две разные телескопические системы.

**Второй пример** использования вектора-предмета -  
- способ демонстрации правила буравчика, которое применяется  
при определении направления векторного произведения.

Демонстрация осуществляется [4] путем вращения винта с правой резьбой  
и вызванного этим вращением  
поступательного движения винта вдоль своей оси.

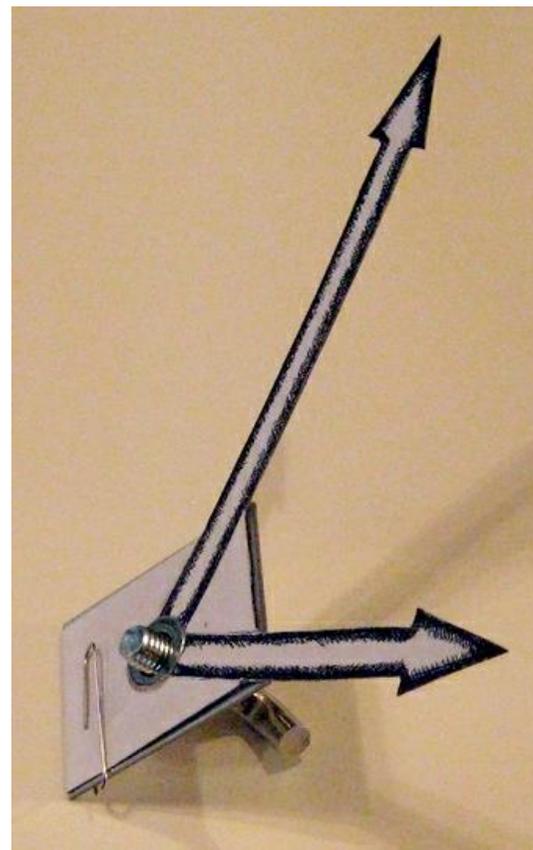
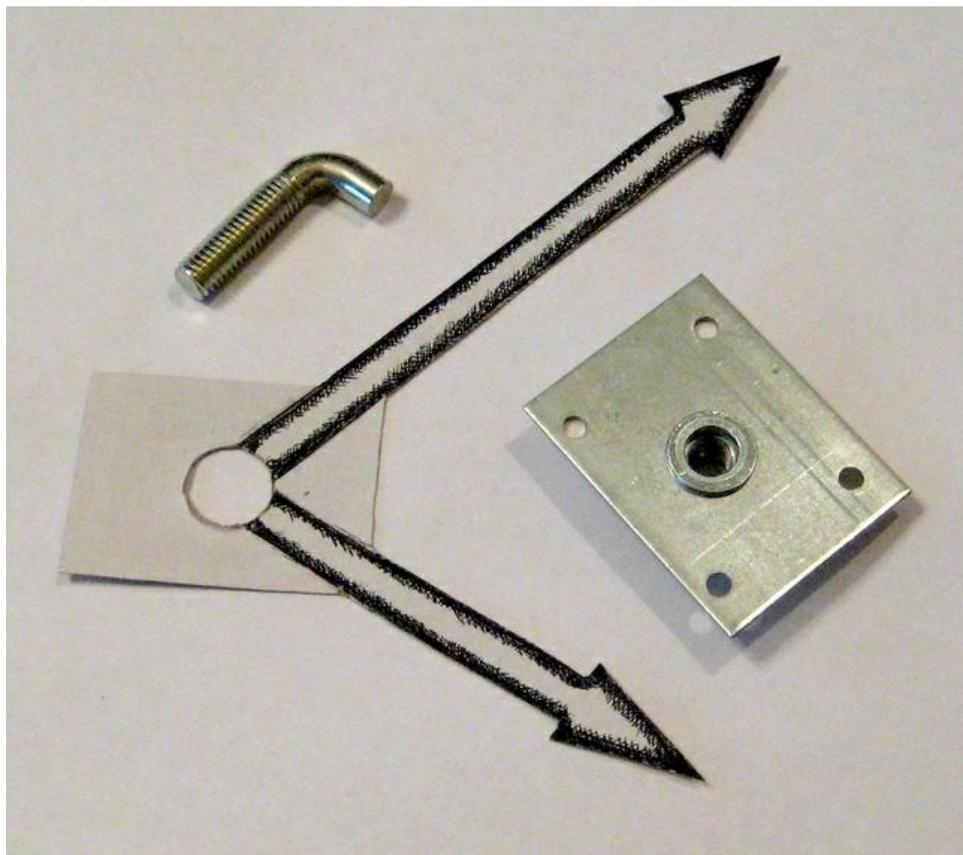
[4]. Гусев Л.Б., Федотов Г.А. Способ демонстрации правила буравчика на занятиях по физике и устройство для его осуществления (варианты) // Патент на изобретение № 2690059. По заявке № 2017144907. “Изобретения. Полезные модели”. Офиц. бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности – М., 2019, № 16, 30.05.2019.

Поступательное движение винта осуществляют по отношению к пластине,  
которая расположена перпендикулярно оси винта  
и имеет в плане форму двух стрелок, расположенных под углом друг к другу.  
Стрелки являются векторами-предметами, они моделируют  
перемножаемые векторы.

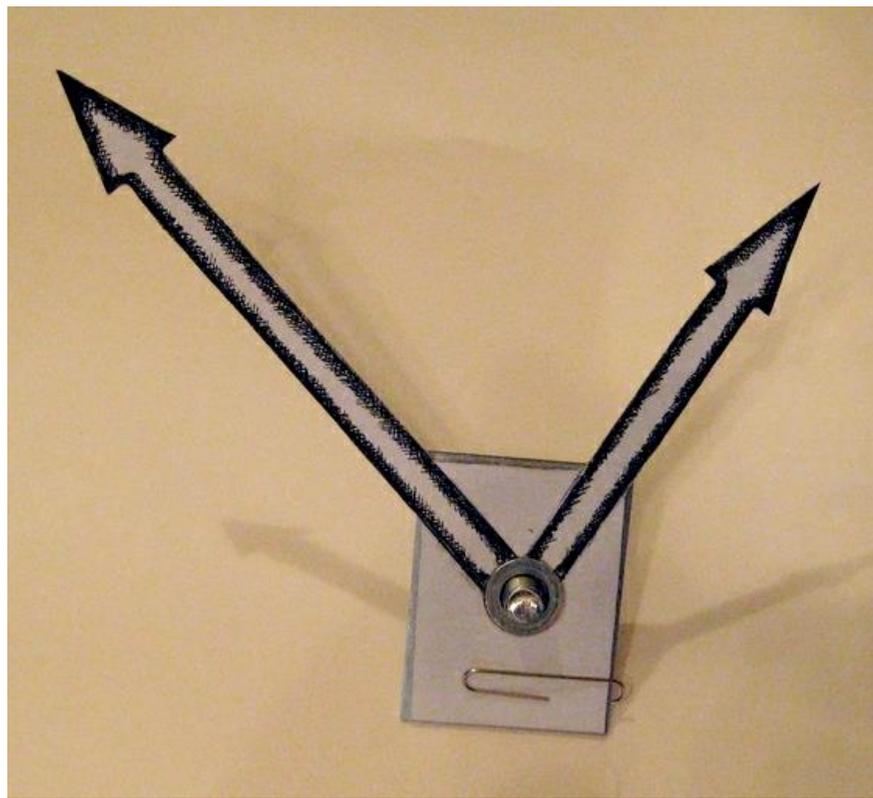
Одно из разработанных устройств, реализующих рассматриваемый способ.

С л е в а – составные части устройства:  
правый винт, стрелки, муфта с правой резьбой.

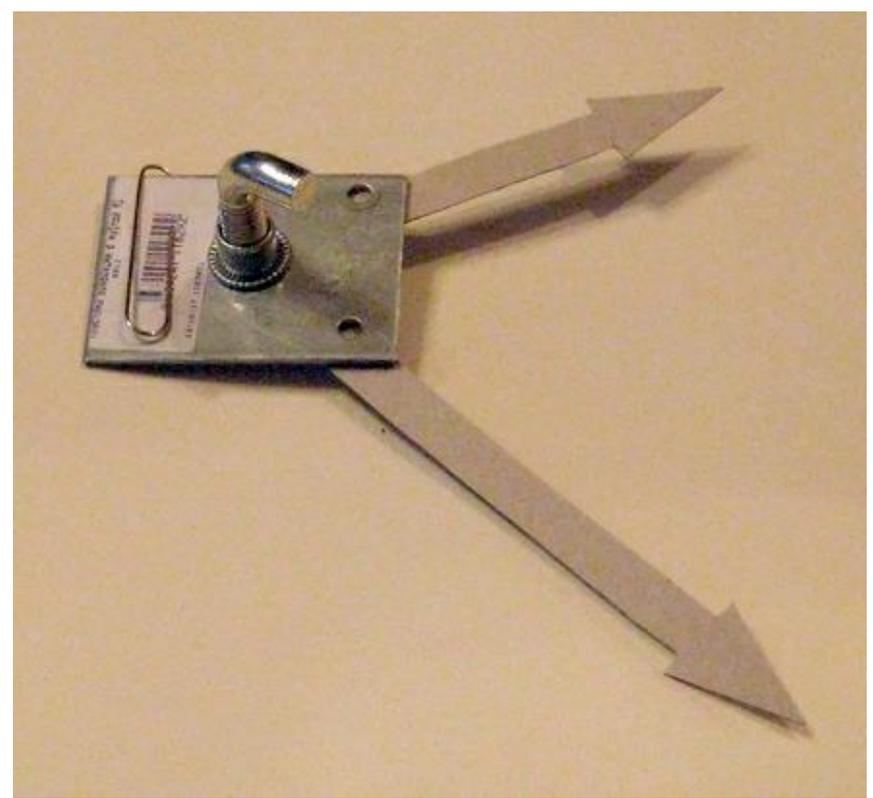
С п р а в а – устройство в собранном виде.



Вид спереди:



Вид сзади:



Преподаватель, объясняющий правило буравчика, вращает винт (который в результате вращения движется поступательно вдоль своей оси) и комментирует поступательное движение винта в направлении, перпендикулярном плоскости, в которой расположена пластина, изображающая векторы  $A$  и  $B$ .

Направление поступательного движения винта при его вращении от первого вектора ко второму по меньшему углу между векторами  $A$  и  $B$  указывает направление вектора  $C$ , перпендикулярного плоскости, в которой лежат векторы  $A$  и  $B$ , и являющегося векторным произведением  $C=[A,B]$ .

Один из конкретных физических примеров -  
 -определение направления силы Лоренца  $F=q[V,B]$ , действующей на заряд  $q$ , движущийся со скоростью  $V$  в магнитном поле с индукцией  $B$ .

Преподаватель демонстрирует в трехмерном пространстве направление вектора  $F$  в зависимости от направлений векторов  $V$  и  $B$ , а также изменение направления  $F$  при изменении знака  $q$ .

С помощью вектора-предмета происходит “материализация”  
имеющих физический смысл *векторов* (с учётом их модулей и направлений)  
и соответствующих им *векторных физических величин*  
(в трёхмерном пространстве)

в виде конкретных предметов, используемых в качестве наглядных пособий.

Именно наглядность представления векторных физических величин  
с помощью материальной модели вектора  
обеспечивает положительный эффект использования вектора-предмета,  
пробуждая эмоцию интереса  
и, как следствие, активизируя познавательную деятельность учащихся [5].

[5]. Изард К.Э. Психология эмоций /пер. с англ.// СПб.: Питер, 2006. 464 с.

## 4. Заключение

Использование вектора-предмета позволяет наглядно моделировать векторные физические величины и описывать физические явления в трёхмерном пространстве.

Имеющийся у автора опыт преподавания показывает, что использование вектора-предмета в качестве дополнительного средства наглядности в учебном процессе

- делает изложение учебного материала более доступным и понятным,
- позволяет более наглядно представить векторные физические величины в трёхмерном пространстве,
- увеличивает быстроту и повышает качество усвоения материала.

Следует отметить также простоту конструкции и лёгкость практического использования рассматриваемых в докладе вариантов вектора-предмета.