

Вынужденные колебания представляют собой гармонические колебания с частотой внешней силы, амплитуда которых X_0 определяется амплитудой и частотой внешней силы и параметрами системы, а фаза φ – только частотой внешней силы и параметрами системы. Наибольшего значения амплитуда вынужденных колебаний достигает при приближении частоты внешней силы к значению частоты собственных колебаний системы, когда наступает резонанс.

При периодической, но негармонической внешней силе вынужденные колебания в линейной системе представляют собой суперпозицию колебаний, соответствующих отдельным гармоническим составляющим внешней силы.

Физические величины, характеризующие и механические, и электромагнитные колебания, можно свести в таблицу [2, с. 112], которая содержит систематизированную информацию о моделях конкретных колебательных систем и их физических характеристиках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луцевич, А. А. Физика / А. А. Луцевич, С. В. Яковенко. – Минск : Вышэйшая школа, 2000. – 495 с.
2. Малишевский, В. Ф. Основы электродинамики / В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 142 с.

ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ НА УРОКЕ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ТАКСОНОМИИ БЛУМА

А. С. Мусницкая

*Государственное учреждение образования «Средняя школа № 18
имени Евфросинии Полоцкой г. Полоцк», г. Полоцк, Витебская область,
Республика Беларусь*

Если вы идете без цели, то нет смысла выбирать дорогу.

© Ральф Эмерсон

Цель – один из элементов сознательной деятельности и поведения человека. Цель урока – это его результаты, достичь которых мы планируем, используя дидактические, методические и психологические приемы. Без понимания цели школьники остаются пассивными участниками образовательного процесса.

Таксономия Блума – это система учебных целей, которую разработали ученые Чикагского университета во главе с психологом Б. Блумом [1].

Блум разделил образовательные цели на три сферы:

Когнитивная сфера – «Знаю». Это знания, понимание и критическое мышление. К когнитивной сфере относится все, что связано с процессом получения знаний.

Аффективная сфера – «Чувствую». Эта сфера связана с чувствами и эмоциями. Главная цель аффективной сферы – формирование эмоционального отношения к явлениям окружающего мира.

СЕКЦИЯ 1

Методика преподавания физики и дисциплин физического профиля: традиции и инновации

Психомоторная сфера – «Творю». Психомоторные цели связаны с развитием практических навыков и умением пользоваться различными инструментами.

Среди всех сфер большее внимание было уделено когнитивной области. Именно в ней Блум выделил шесть уровней учебных целей, расположенных в иерархическом порядке. Каждый уровень направлен на формирование определенных навыков мышления [2].

В качестве примера применения данной таксономии была выбрана тема урока «Закон Ома для участка электрической цепи. Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление» (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Применение таксономии Блума

Требования учебной программы	Уровень учебной цели	Глаголы действия	Примеры заданий
<i>Учащиеся должны знать:</i> смысл физических понятий: электрический ток, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, удельное сопротивление	<i>Знание</i> Ученик узнает основные термины, конкретные факты, правила и может их повторить	Определите, опишите, назовите, выберите и покажите, дайте определение, укажите правильный ответ, перечислите, повторите	Дайте определение силы тока и электрического тока; перечислите факторы, влияющие на силу тока в цепи; назовите условия существования электрического тока
<i>Учащиеся должны понимать:</i> смысл Ома для участка электрической цепи; назначение электрического сопротивления; смысл удельного сопротивления	<i>Понимание</i> Ученик знает и понимает правила и принципы, может объяснить факты и явления и проинтерпретировать графики и диаграммы	Повторите, найдите, определите, сравните, объясните, обобщите, перефразируйте, приведите пример, выделите главное, расшифруйте	Определите взаимосвязь между силой тока и напряжением; охарактеризуйте параметры, влияющие на сопротивление проводника; подумайте, как сопротивление влияет на значение силы тока в цепи
<i>Учащиеся должны владеть практическими навыками:</i> решать качественные, графические и расчетные задачи на определение силы электрического тока, электрического напряжения, электрического сопротивления проводника	<i>Применение</i> Ученик решает практические задачи с помощью новых правил, формул и законов	Примените, решите, рассчитайте, используйте, измените, преобразуйте, классифицируйте, расположите, составьте, приготовьте, подскажите	Соберите электрическую цепь, для проверки выполнения закона Ома для участка цепи; решение качественных, графических и расчетных задач на применение закона Ома для участка цепи

СЕКЦИЯ 1

Методика преподавания физики и дисциплин физического профиля: традиции и инновации

Продолжение таблицы 1

Требования учебной программы	Уровень учебной цели	Глаголы действия	Примеры заданий
<i>Учащиеся должны владеть практическими навыками:</i> решать простейшие бытовые задачи: находить пути экономии электрической энергии, оценивать силу тока в соединительных проводах при включении нагревательных приборов и соблюдать технику безопасности при пользовании электроприборами	<i>Анализ</i> Ученик видит принцип построения данных и может найти логические ошибки	Сравните, сопоставьте, различите, выделите, отсортируйте, найдите, выведите, резюмируйте, сгруппируйте, соберите, обобщите, установите	Проанализируйте способы изменения силы тока в цепи, путём изменения параметров проводника; сделайте вывод о пользе и вреде сопротивления проводника
<i>Учащиеся должны владеть экспериментальными умениями:</i> Определять электрическое сопротивление, изменять силу тока с помощью реостата	<i>Синтез</i> Ученик умеет обобщать и комбинировать свои знания, использует знания, чтобы создать новую конструкцию, например, способ классификации или план решения проблемы	Сравните, сопоставьте, различите, выделите, отсортируйте, найдите, выведите, резюмируйте, сгруппируйте, соберите, обобщите, установите	Предложите способ определения сопротивления резистора
<i>Учащиеся должны владеть экспериментальными умениями:</i> Определять электрическое сопротивление, изменять силу тока с помощью реостата	<i>Оценка</i> Ученик оценивает утверждения с помощью критериев, которые может сформулировать сам или с помощью учителя	Докажите, сделайте вывод, проанализируйте, обоснуйте, проверьте, оцените, порекомендуйте	Оцените, точность полученных данных, при определении сопротивления реостата

Применив таксономию Блума, можно спланировать урок, задействовав все уровни познания. Так мы получим инструмент, который поможет нам отслеживать, насколько эффективно мы побуждаем к деятельности все типы интеллекта учеников на каждом уроке [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карасёва, И. Д. Таксономия Блума и пути реализации смешанного обучения на уроках физики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.google.com/document/d/1jmNTairQP_G4jEd6IvZyTjS2QFnWsZmf/edit. – Дата доступа: 18.03.2023.
2. Мурзагалиева, А. Е. Сборник заданий и упражнений. [Электронный ресурс] / А. Е. Мурзагалиева, Б. М. Утегенова. – Режим доступа: <https://kst.nis.edu.kz/wp-content/uploads/2018/02/Uchebnye-tseli-soglasno-taksonomii-Bluma.-Sbornik-zadaniy-i-uprazhnenij.pdf>. – Дата доступа: 20.03.2023.
3. Ставим цели в образовании: таксономия Блума [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://teacher.yandex.ru/posts/stavim-tseli-v-obrazovanii-taksonomiya-bluma>. – Дата доступа: 21.03.2023.

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ТЕОРИИ БЕЗМАССОВЫХ ПОЛЕЙ**

В. А. Плетюхов, О. А. Семенюк

*Учреждение образования «Брестский государственный университет
имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь*

Как известно, релятивистские квантовомеханические уравнения, описывающие безмассовые поля, инвариантны относительно так называемых калибровочных преобразований второго рода или, как их ещё называют, градиентных преобразований [1, с. 49].

Смысл этих преобразований проиллюстрируем на примере свободного электромагнитного поля, которое может быть описано системой уравнений первого порядка [2]

$$\partial_\nu f_{[\mu\nu]} = 0, \tag{1}$$

$$-\partial_\mu a_\nu + \partial_\nu a_\mu + f_{[\mu\nu]} = 0 \tag{2}$$

($\mu, \nu = 1 \div 4$, по повторяющимся индексам подразумевается суммирование). Здесь $f_{[\mu\nu]}$ – тензор электромагнитного поля, компоненты которого (напряжённости)

$$\begin{aligned} f_{[14]} = -iE_x, \quad f_{[24]} = -iE_y, \quad f_{[34]} = -iE_z, \\ f_{[23]} = B_x, \quad f_{[31]} = B_y, \quad f_{[12]} = B_z \end{aligned} \tag{3}$$

являются наблюдаемыми величинами; a_μ – четырехмерный потенциал;

$$a_1 = A_x, \quad a_2 = A_y, \quad a_3 = A_z, \quad a_4 = i\varphi \tag{4}$$

составляет ненаблюдаемую четвёрку величин.

Математическая структура системы (1), (2) такова, что при преобразованиях 4-потенциала

$$a_\mu \rightarrow a'_\mu = a_\mu + \partial_\mu \lambda(x_\nu), \tag{5}$$

где $\lambda(x_\nu)$ – произвольная скалярная функция, наблюдаемые характеристики поля $f_{[\mu\nu]}$ остаются неизменными (инвариантными). Преобразования (5) и назы-