

УДК 37.016:(517+537)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЛОК-СХЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ  
ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ В КУРСЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

А. И. СЕРЫЙ

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина

Брест, Беларусь

В курсе теоретической физики (в том числе в разделе «Электродинамика») присутствует заметное количество задач, которые не могут быть решены в одно-два действия. Нередко разбор решения содержит большое количество фор-

мул, сопровождаемых словесными комментариями (что куда подставляется, что из чего вычитается, что возводится в квадрат, интегрируется или дифференцируется, что следует из этих преобразований и т. д.). Не отвергая такую форму изложения материала, следует признать, что она нравится не всем, т. к. выглядит «запутанной», «утомительной» и т. д. Альтернативной формой изложения могут быть блок-схемы. Блок-схемам при решении задач в вузовском курсе физики на сегодняшний день не уделяется заметного внимания, хотя некоторая часть обучаемых (и преподавателей) такую форму подачи материала воспринимает позитивно.

В качестве примера рассмотрим следующую задачу (текст с некоторыми изменениями заимствован из [1, с. 58]).

**Задача.** В Резерфордской модели атома водорода начальный радиус орбиты электрона (радиус атома)  $r_0 = 0,53 \cdot 10^{-8}$  см, а электрон в атоме движется и излучает по законам классической электродинамики. Оценить время  $\tau$ , в течение которого смог бы просуществовать электрон (и атом) в такой модели.

Ответ, сопровождаемый довольно краткими объяснениями (где, в частности, предполагается, что энергия электрона за период обращения меняется незначительно), можно найти в [1, с. 156]. Не затрагивая вопрос о том, во что мог бы превратиться атом, разберем решение (содержащее операции дифференцирования и интегрирования) в виде блок-схемы (рис. 1).

Будем использовать систему СГС и обозначения:  $J$  – мощность (интенсивность) излучения (используем формулу в нерелятивистском дипольном приближении [2, с. 241]);  $W$  – энергия излучения;  $t$  – момент времени;  $e$  – элементарный заряд;  $c$  – скорость света в вакууме;  $r$  – расстояние от электрона до центра ядра;  $v$  – скорость электрона;  $a$  – ускорение, с которым движется электрон;  $m$  – масса электрона;  $F$  – сила во втором законе Ньютона;  $F_{кул}$  – кулоновская сила;  $F_{ц}$  – центростремительная сила;  $E_k$  – кинетическая энергия электрона;  $E_{п}$  – потенциальная энергия электрона;  $r_T = 2,82 \cdot 10^{-13}$  см – классический (томсоновский) радиус электрона.

Тонкие стрелки на схеме соответствуют подстановкам, жирные стрелки и фигурные скобки – следствиям. Исходные блоки (с любого из которых можно начинать рассуждения) закрашены серым цветом (более темным), блок с конечным результатом – также серым (более светлым).

Подставляя численные значения для  $r_0$ ,  $r_T$  и  $c$ , окончательно получаем, что  $\tau \approx 1,6 \cdot 10^{-11}$  с. Впрочем, выразить конечную формулу через  $r_T$  не обязательно. Можно перейти к численным расчетам сразу после нахождения интегралов.

Публикация дополняет статьи [3, с. 61; 4, с. 10–13], посвященные использованию блок-схем при решении задач по электродинамике.

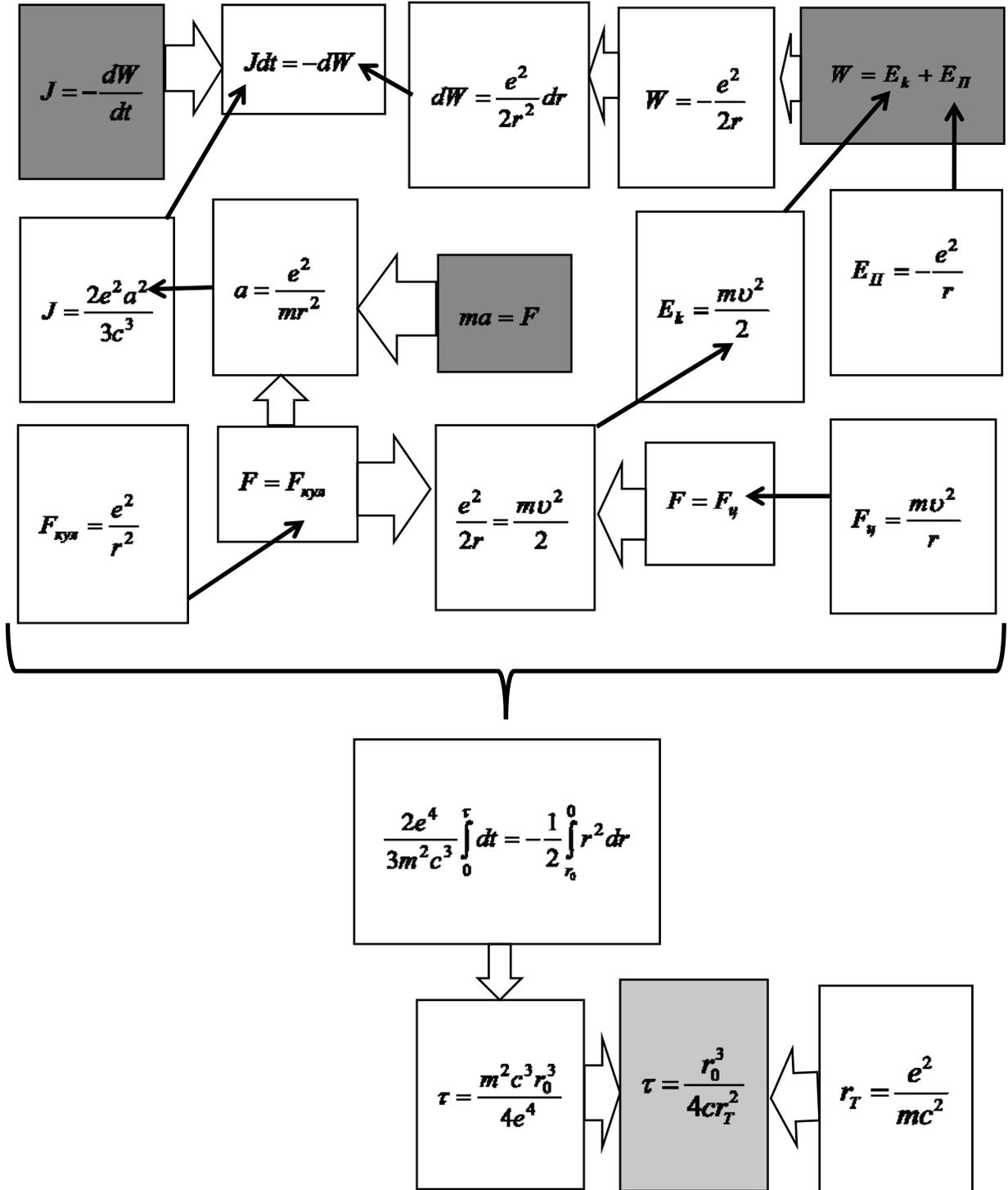


Рис. 1. Блок-схема решения задачи

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник задач по теоретической физике / Л. Г. Гречко [и др.]. – Москва: Высшая школа, 1984. – 319 с.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учебное пособие для вузов: в 10 т. Т. 2: Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 8-е изд., стер. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 536 с.

3. **Серый, А. И.** Об использовании блок-схем при решении задач электростатики / А. И. Серый // Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам: материалы XIV Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Мозырь, 29 марта 2022 г. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2022. – С. 61.

4. **Серый, А. И.** Об использовании блок-схем и таблиц при решении задач по теме «Электромагнитная индукция» / А. И. Серый // Наука, инновации, образование: актуальные вопросы XXI века: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: Наука и Просвещение, 2023. – С. 10–13.