


OpenSciLab.org

 Наукова платформа
 Open Science Laboratory

**Учасники
конференції**

Deák József Мартиш О.О.
 Lintsov A.E. Матюшенко Н.С.
 Mikhelson V.M. Миронченко С.І.
 Pleskach N.M. Михалкин А.П.
 Shevelev S.E. Михалкина М.В.
 Soliev A.K. Мурашова И.И.
 Івашов М.Ф. Олейнікова І.В.
 Івашова Л.М. Осадчук В.М.
 Байбаков В.М. Остапчук А.
 Божко І.Г. Павленко О.О.
 Брюханов О.В. Павлов Ф.І.
 Будко А.В. Парфененко Ю.В.
 Вабіщевіч М.О. Пилипчук Л.Л.
 Варгунин В.И. Пономарев А.С.
 Вознесенская Е.А. Пономаренко О.В.
 Волкова О.І. Протасова Є.В.
 Волкова С.А. Сазыкина М.Ю.
 Горбенко Є.І. Серый А.И.
 Данилова Т.В. Сокрута А.О.
 Димова Т.О. Слодей І.І.
 Журавська Н.Є. Спрінсян В.Г.
 Затилюк Г.А. Стародубова Е.А.
 Івачев П.В. Тихвинский П.Н.
 Камінський Р.М. Фабрика І.-Р.М.
 Каніщев Г.Ю. Фабрика Р.Р.
 Карпець О.В. Федотова Л.М.
 Кирпале А.В., Хомюк Н.В.
 Козинець О.В. Хуан Сін
 Конончук Б.Ю. Четверик А.Р.
 Куликов С.Н. Шавалиева А.Ф.
 Кушніренко В.Б. Швець В.П.
 Кірчук І.І. Шендрік В.В.
 Ларченко О.В. Шишкіна С.Н.
 Ли Цинь Яренчук Н.В.
 Майковський В.О. Яценко А.С.

ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ НАУКИ, ОСВІТИ ТА ВИРОБНИЦТВА: 2021



Матеріали
II Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
(м. Київ, 17 грудня 2021 р.)

КИЇВ 2021

Наукова платформа



Open Science Laboratory

**ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ
НАУКИ, ОСВІТИ ТА ВИРОБНИЦТВА:
2021**

Матеріали

**II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції
(м. Київ, 17 грудня 2021 року)**

Самостійне електронне текстове
наукове періодичне видання комбінованого використання

Досягнення і перспективи науки, освіти та виробництва: 2021 [зб. наук. пр.]: матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 17 грудня 2021 р.). Київ, 2021. 228 с.

Збірник містить матеріали (тези доповідей) II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Досягнення і перспективи науки, освіти та виробництва: 2021», яка присвячена підбиттю підсумків 2021 року та визначенню перспективних напрямів розвитку науки, освіти та виробництва..

Видання призначене для науковців, викладачів, аспірантів, студентів та практикуючих спеціалістів різних напрямів.

II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція
«Досягнення і перспективи науки, освіти та виробництва: 2021»
(м. Київ, 17 грудня 2021 р.)

Адреса оргкомітету та редакційної колегії:

м. Київ, Україна

E-mail: conference@openscilab.org

www.openscilab.org

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку.

Для зручності, беручи до уваги, що видання є електронним, нумерація та загальна кількість сторінок наведені з врахуванням обкладинки.

Збірник на постійній сторінці конференції: <https://openscilab.org/?p=5758>

*Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції.
Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.*



ЗМІСТ

* зміст інтерактивний
(натиснення на назву призводить до переходу на відповідну сторінку)

АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО

Журавська Н.Є., Матюшенко Н.С.

ЕКОЛОГІЧНА АРХІТЕКТУРА 8

БІОЛОГІЯ

Горбенко Є.І.

ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ВУСАЧІВ *CERAMBYCIDAE* НА ТЕРИТОРІЇ
НПП «ВЕЛИКИЙ ЛУГ» 14

Lintsov A.E., Soliev A.K., Shevelev S.E., Pleskach N.M., Mikhelson V.M.

ESTIMATION OF THE DNA REPAIR SYNTHESIS IN PERIPHERAL
BLOOD LYMPHOCYTES FROM ASTHMATIC PATIENTS TREATED
WITH ORAL CORTICOSTEROIDS 17

ВОЄННІ НАУКИ, НАЦІОНАЛЬНА БЕЗПЕКА, БЕЗПЕКА ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ

Deák József

1827: СТАНОВЛЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЙСКОВОЙ СТРУКТУРЫ
ОХРАНЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ РОССИИ 22

ГУМАНІТАРНІ НАУКИ

Вознесенская Е.А., Сазыкина М.Ю.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЭЗ «АЛГА» 26

Стародубова Е.А., Сазыкина М.Ю.

ОСОБАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗОНА КАК ЛОКОМОТИВ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА 29

Тихвинский П.Н., Мурашова И.И.

ТЕХНОЦЕНТРИЗМ КАК ТИП ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ 33

Шавалиева А.Ф., Сазыкина М.Ю.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО СЖАТИЯ ТЕРРИТОРИЙ 38

Козинець О.В., Карпець О.В. МОДЕЛІ СПІЛЬНОГО ВИКЛАДАННЯ ВЧИТЕЛЯ ТА АСИСТЕНТА ВЧИТЕЛЯ В ІНКЛЮЗИВНОМУ КЛАСІ.....	90
Ли Цинь МОДЕЛЬ АДАПТАЦІЇ ІНОСТРАННИХ СТУДЕНТІВ В ІНОКУЛЬТУРНОМУ МУЗИКАЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЗАРУБЕЖНИХ ВУЗІВ	97
Мирослав С.І. НАВЧАЛЬНИЙ ТРЕНІНГ ЯК МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ.....	106
Олейнікова І.В., Яценко А.С., Четверик А.Р. МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОПТОВОЛОКОННОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДОДАТКОВОГО ОСВІТЛЕННЯ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ.....	110
Остапчук А. ФОРМУВАННЯ ІНШОМОВНОЇ КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВИКЛАДАЧА ЗВО В ПРОЦЕСІ МІЖНАРОДНОГО СТАЖУВАННЯ.....	118
Павленко О.О. ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗМАГАЛЬНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ У МЕТОДИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ВИКЛАДАЧІВ ЕКОНОМІКИ.....	124
Пилипчук Л.Л., Волкова С.А., Пономаренко О.В., ХІМІЧНІ ЗАДАЧІ З ЕКОЛОГІЧНИМ ЗМІСТОМ.....	135
Серый А.И. К МЕТОДИКЕ ВЫВОДА СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПОТЕНЦИАЛАМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В МОДЕЛИ ДИПОЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	139
Спрінсян В.Г., Кірчук І.І. ОГЛЯД ДЕЯКИХ НОВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТІ.....	151
Федотова Л.М., Будко А.В. НЕОЛОГІЗМИ В АНГЛОМОВНІЙ ПРЕСІ.....	158

К МЕТОДИКЕ ВЫВОДА СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПОТЕНЦИАЛАМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В МОДЕЛИ ДИПОЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Серый Алексей Игоревич

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры общей и теоретической физики
физико-математического факультета Учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Тема «Дипольное излучение» занимает важное место в курсе электродинамики, будучи довольно сложной для восприятия по сравнению с многими другими, если ее изучение базируется на запаздывающих решениях (в общем виде) уравнений д'Аламбера для потенциалов электромагнитного поля. Эту сложность можно объяснить, прежде всего, обилием математических преобразований, опирающихся на: а) различные модельные приближения; б) математические упрощения, связанные с такими приближениями. При этом в ряде учебных пособий и лекционных курсов модельные приближения вводятся по ходу изложения материала, что некоторыми учащимися воспринимается как «изменение правил во время игры» и, с их точки зрения, еще больше усложняет усвоение материала.

Здесь не имеет смысла обсуждать случаи, когда студент: а) не хочет учиться, а поступил в вуз только потому, что «все так делают»; б) не может усвоить основы математического анализа. Предположим, что данные проблемы у отдельно взятого студента отсутствуют, и он при этом: а) владеет дифференцированием; б) знает приближенные разложения основных функций в ряд Тейлора–Маклорена; в) способен выделять слагаемые, которые можно отбросить по причине их малости по сравнению с остальными. Даже в этом случае оказывается, что при изучении упомянутой выше темы (и другим тем

подобного уровня сложности) ему бывает трудно определить, в какой момент какую из этих операций и зачем следует применять.

Похожие ситуации могут возникать при решении комбинированных задач, но там учащиеся должны сами догадаться, из какого раздела физики какие сведения нужно брать, что, как правило, проще по сравнению с выбором математических преобразований.

При рассуждениях на данную тему возможны также иные аналогии. 1. Недостаточно только владеть навыками работы с отдельно взятыми инструментами, важно понимать, в какой момент применение какого из них наиболее рационально. 2. Недостаточно только уметь ходить, важно знать маршрут, чтобы добраться до нужного места. В случае последней аналогии традиционное изложение теоретического материала можно нередко сравнить с перемещением по лабиринту (в том числе с прохождением через одни и те же места разными путями), где далеко не всегда объясняется, почему в такой-то момент был совершен поворот в таком-то направлении. Нередко учащиеся просто доверяют автору учебника или лектору и «покорно следуют за ним» (если, как было отмечено выше, вообще хотят учиться), выполняя команды в стиле «делай, как я». Если у кого-то и возникает вопросы типа «почему сначала так, а потом так?» и «нет ли альтернативных путей?», то часто есть и готовый ответ: «потом как-нибудь разберусь». Увы, многие, сдав экзамен, вскоре многое (если не все) забывают (в первую очередь, самые сложные выкладки), так и не разобравшись.

Здесь можно заметить, что в подобных ситуациях на помощь должна приходиться интуиция, и именно такие учащиеся (обладающие соответствующим талантом) должны в первую очередь поступать на физико-математические специальности. Но приходится констатировать, что в последние годы это становится все большей редкостью, в связи с чем растет актуальность вопроса о более четкой структуризации каждой темы курса физики, высшей математики и т.д.

Это относится, в частности, и к теме «Дипольное излучение». В качестве источника теоретических сведений можно использовать, например, [1, с. 111–115]. Основная задача при изучении данной темы сводится к тому, чтобы из исходных запаздывающих решений (1) и (2) уравнений д’Аламбера для потенциалов φ и \vec{A} электромагнитного поля получить соотношение (3), которое справедливо на достаточно больших расстояниях от излучающей системы. Указанные соотношения приведены ниже (см. также рисунок 1):

$$\vec{A} = \frac{\mu}{c} \int_V \frac{j\left(\vec{r}', t - \frac{|\vec{r} - \vec{r}'|}{v}\right)}{|\vec{r} - \vec{r}'|} dV', \quad (1)$$

$$\varphi = \frac{1}{\varepsilon} \int_V \frac{\rho\left(\vec{r}', t - \frac{|\vec{r} - \vec{r}'|}{v}\right)}{|\vec{r} - \vec{r}'|} dV', \quad (2)$$

$$\varphi = \vec{n} \cdot \vec{A}. \quad (3)$$

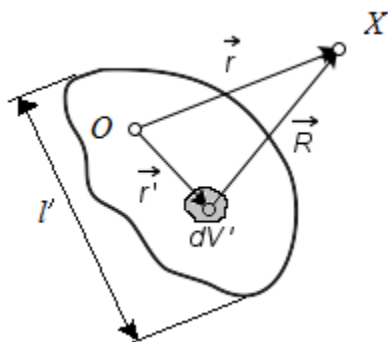


Рис. 1. Иллюстрирующий рисунок к задаче

В (1)–(3) и на рисунке 1 используются обозначения: O – начало координат, X – точка наблюдения, ρ – плотность электрического заряда в излучающей системе, \vec{j} – плотность электрического тока в излучающей системе, ε – диэлектрическая проницаемость, μ – магнитная проницаемость, c – скорость света в вакууме, t – время, v – скорость распространения волны в среде, V' –

© Серый А.И.

объем излучающей системы, dV' – элемент этого объема, \vec{r}' – радиус-вектор элемента объема, \vec{r} , – радиус-вектор точки наблюдения, \vec{n} – единичный вектор направления \vec{r} , l' , – линейные размеры излучающей системы, $R = |\vec{r} - \vec{r}'|$.

Процесс вывода соотношения (3) можно разделить на следующие этапы. IA. Преобразование (1) к удобному для дальнейшего анализа виду (4) (см. рисунок 3, на котором тонкие стрелки соответствуют подстановкам, жирные – следствиям). IB. Преобразование (2) к удобному для дальнейшего анализа виду (5). II. Сопоставление результатов, полученных на этапах IA и IB, позволяющее перейти к (3). Этапы IA и IB сравниваются также в таблице 1, где, в свою очередь, разбиваются на шаги.

Здесь возможны следующие замечания. 1. Поскольку соотношения (1) и (2) внешне похожи, процессы их преобразования в целом почти идентичны (различные нюансы обсуждаются в таблице 1), в связи с чем можно ограничиться схемой преобразований для потенциала \vec{A} ; кроме того, этапы IA и IB можно выполнять в любой последовательности, т.е. они коммутативны. 2. Преобразования соотношений (1) и (2) с целью получения (3) не обязательно должны опираться на взятие интегралов в правых частях (1) и (2); в данном случае этот путь нерационален (а в аналитической форме в общем виде вообще невозможен), и более правильный подход заключается в преобразовании (1) и (2) к (4) и (5), после чего перейти к (3) не составит труда. 3. Разбиение процесса вывода (3) на этапы и шаги можно сравнить с применением концепции нисходящего программирования.

Вспомогательные промежуточные соотношения (4) и (5), а также уравнение непрерывности (6), которое понадобится далее, имеют вид:

$$\vec{A} \approx \frac{1}{cr} \int_V \vec{j}(\vec{r}', \tau) dV', \quad (4)$$

$$\varphi \approx \frac{1}{cr} (\vec{n} \cdot \int_V \vec{j}(\vec{r}', \tau)) dV', \quad (5)$$

$$\operatorname{div} \vec{j}(\vec{r}', \tau) + \frac{\partial \rho(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} = 0, \quad (6)$$

$$\tau = t - \frac{r}{c}. \quad (7)$$

Перечислим используемые модельные приближения. А. Предполагается, что излучение электромагнитных волн происходит в вакууме, поэтому $\varepsilon = \mu = 1$, $v = c$. Б. Электромагнитное поле исследуется вдали от излучающей системы, когда $|\vec{r}'| \gg l'$, а при выборе начала координат внутри излучающей системы (как на рисунке 1) это равносильно условию $|\vec{r}'| \gg |\vec{r}'|$. В. Электрические заряды движутся со скоростями $u \ll c$. Г. Система электрических зарядов электрически нейтральна. Соответствующие обозначения используются также на рисунке 2.

Таблица 1 – Особенности шагов на этапах IA и IB

Этап	IA	IB
1.1. Шаг 1 – преобразование подынтегрального выражения в (1) или (2) в вакууме	$\frac{\vec{j}(\vec{r}', t - \frac{R}{c})}{R} \approx \frac{\vec{j}(\vec{r}', \tau)}{r} + \frac{\vec{n} \cdot \vec{r}'}{cr} \frac{\partial \vec{j}(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} (*)$	$\frac{\rho(\vec{r}', t - \frac{R}{c})}{R} \approx \frac{\rho(\vec{r}', \tau)}{r} + \frac{\vec{n} \cdot \vec{r}'}{cr} \frac{\partial \rho(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} (**)$
1.2. Соответствующая схема	см. рисунок 2	отдельной схемы нет, поскольку преобразования идентичны преобразованиям для потенциала \vec{A} (см. рисунок 3)
2.1. Шаг 2 – интеграл от одного из слагаемых в правой части (*) или (**) полагается равным нулю	интеграл от второго слагаемого $\frac{1}{c^2 r} (\vec{n} \cdot \int_V \vec{r}' \frac{\partial \vec{j}(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} dV')$	интеграл от первого слагаемого $\frac{1}{r} \int_V \rho(\vec{r}', \tau) dV'$
2.2. Обоснование шага	в силу модельного приближения (в), второе слагаемое по абсолютной величине намного меньше первого – в качестве обоснования см. (8)	интеграл равен полному заряду системы, который, в силу модельного приближения (Г), равен нулю
2.3. Т.е. равенство нулю	приближенное	точное
3. Шаг 3 – дальнейшие преобразования результата, полученного на шаге 2	не требуется	на основе (6) – см. рисунок 2

Оценочные расчеты в (8) (которые в [1, с. 111–115] не приводятся) основаны на том, что изменение плотности тока за характерное время τ_c по порядку величины равно плотности тока, если за τ_c заряды перемещаются на расстояния порядка $|\vec{r}'|$, т.е. сравнимые с линейными размерами системы l' .

$$\left| \frac{\vec{n} \cdot \vec{r}'}{c} \frac{\partial \vec{j}(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} \right| = \frac{|\vec{r}'|}{c} \left| \frac{\partial \vec{j}(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} \right| \sim \frac{|\vec{r}'|}{c} \left| \frac{\vec{j}(\vec{r}', \tau)}{\tau_c} \right| \sim \frac{|\vec{r}'|}{c} \frac{|\vec{j}(\vec{r}', \tau)|}{|\vec{r}'|/u} = \frac{u}{c} |\vec{j}(\vec{r}', \tau)|. \quad (8)$$

Таким образом, второе слагаемое по абсолютной величине меньше первого в u/c раз, поэтому им можно пренебречь в силу приближения (В).

Шаг 3 для этапа 1Б в [1, с. 111–115] расписан не слишком подробно, что может затруднить его понимание, поэтому здесь приведены более подробные выкладки. Учитывая, что на границе излучающей системы плотность тока (и, следовательно, ее проекции на оси x, y, z) равна нулю. Не нарушая общности, можно для удобства представить излучающую область в виде прямоугольного параллелепипеда (подразумевая, что произвольную область можно представить в виде совокупности таких параллелепипедов). Таким образом, получим

$$x'_1 \leq x' \leq x'_2, y'_1 \leq y' \leq y'_2, z'_1 \leq z' \leq z'_2, \quad (9)$$

$$j_{\xi'}(\xi'_1, \tau) = j_{\xi'}(\xi'_2, \tau) = 0, \xi = x, y, z. \quad (10)$$

Учитывая (2), (6), (9), (10), (**), получаем:

$$K = \int_V \frac{\vec{n} \cdot \vec{r}'}{cr} \frac{\partial \rho(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} dV' = \frac{\vec{n}}{cr} \cdot \vec{I}. \quad (11)$$

Схема нахождения \vec{I} представлена на рисунке 2, где тонкие стрелки соответствуют подстановкам, жирные – следствиям.

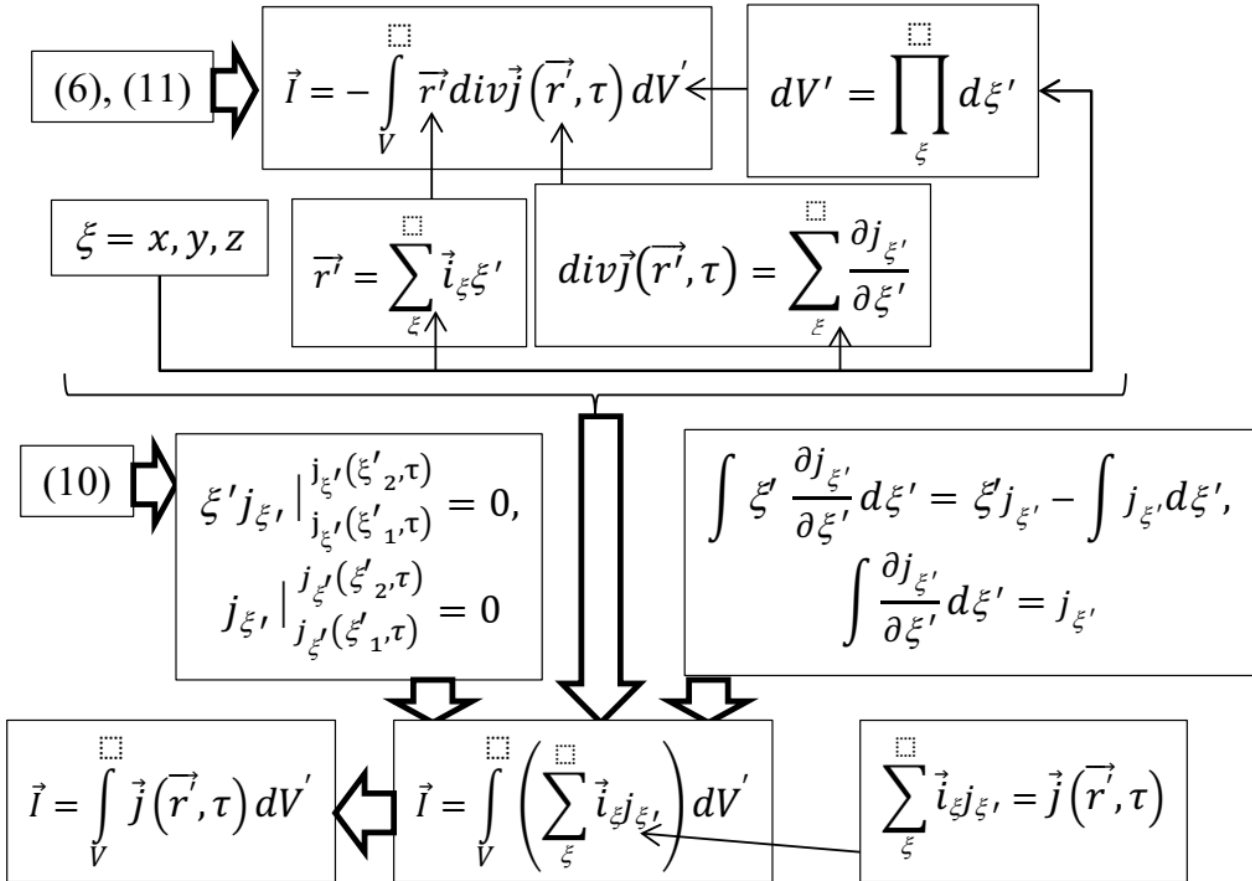


Рис. 2. Схематическая иллюстрация преобразований на шаге 3 этапа ИБ

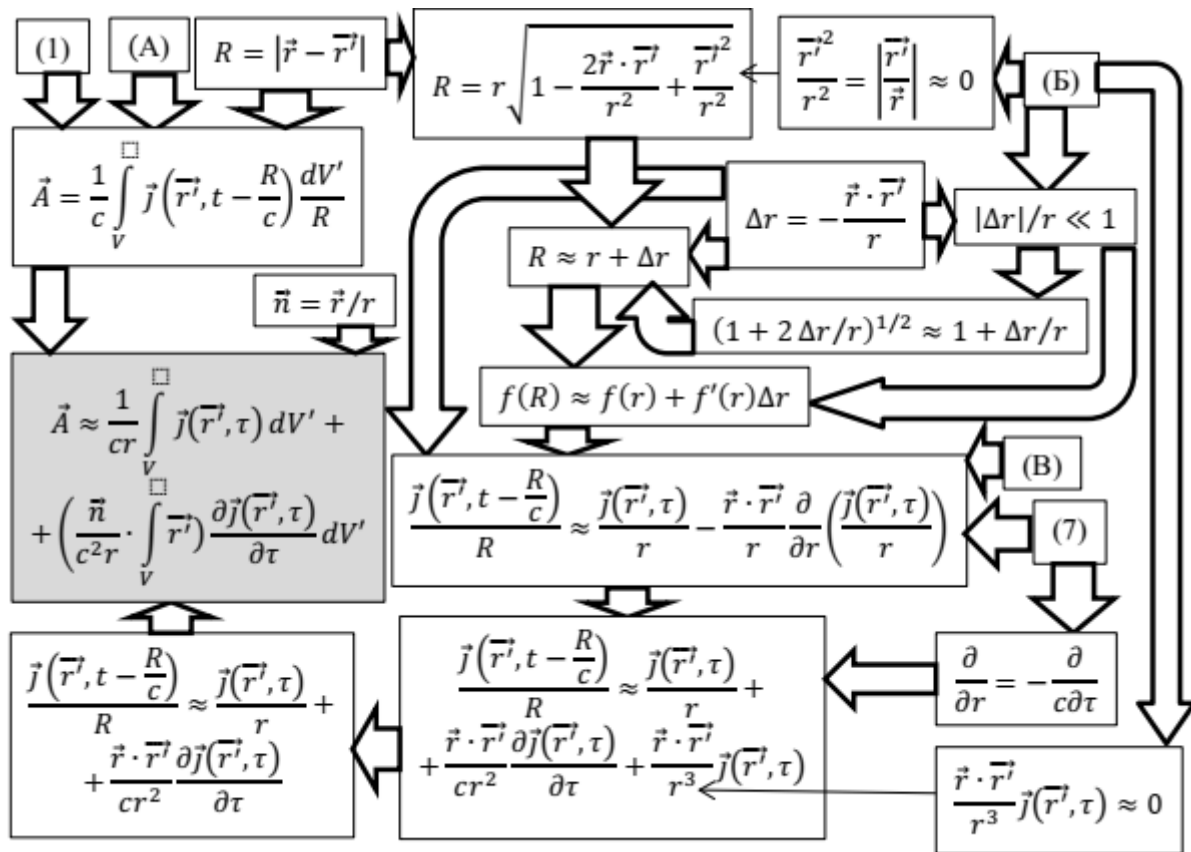


Рис. 3. Схематическая иллюстрация преобразований на шаге 1 этапа IA

Из рисунка 3 видно, что полученная схема довольно сложна (сложнее, чем на рисунке 2; не исключено, что ее можно улучшить с точки зрения расположения отдельных структурных элементов). Несмотря на это, есть уверенность в том, что среди учащихся найдутся те, кому она будет более удобной для восприятия по сравнению традиционной формой подачи материала, когда обычный текст учебника (или конспекта) служит для пояснения формул, которые в этом тексте встречаются. Следует отметить, что традиционная форма подачи материала выглядит наиболее оправданной в случае малого количества формул (хотя с ростом объема текста и сокращением количества формул это может привести к тому, что текст станет похожим на литературное произведение или текст учебника по гуманитарным дисциплинам). Очевидно, это не подходит под исследуемый в данной работе случай.

Кроме того, существуют различные варианты перехода от (1) к (*) и от (2) к (**), сравнительный анализ которых представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Различные варианты получения (*) и (**)

Вариант	А	Б [1, с. 111–112]
1.1. Особенности преобразований	$f(R) = g_1\left(\vec{r}', t - \frac{R}{c}\right) \times g_2(R) \approx f(r) + f'(r)\Delta r,$ $g_2(R) = \frac{1}{R}, R = r + \Delta r$	$f(R) = g_1\left(\vec{r}', t - \frac{R}{c}\right) g_2(R) \approx \left(g_1(\vec{r}', \tau) + \frac{\partial g_1(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} \Delta \tau\right) (g_2(r) + g_2'(r)\Delta r),$ $g_2(R) = \frac{1}{R}, R = r + \Delta r,$ $\Delta \tau = \frac{\vec{r} \cdot \vec{r}'}{cr} = \frac{\vec{n} \cdot \vec{r}'}{c} = -\frac{\Delta r}{c}$
1.2. Примечания	а) затем производная по r заменяется производную по τ ; б) подробности см. на рисунке 2	а) $t - \frac{R}{c} \approx t - \frac{r+\Delta r}{c} = t - \frac{r}{c} - \frac{\Delta r}{c} = \tau + \Delta \tau$, где $\frac{r}{c}$ – время запаздывания системы, $\Delta r/c$ – собственное запаздывание; $\Delta r/c \ll r/c$, поскольку $\Delta r/r \ll 1$; б) разложение g_1 по τ справедливо (т.е. $\left \frac{\partial g_1(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} \Delta \tau\right \ll g_1(\vec{r}', \tau) $) в силу модельного приближения (В); обоснование такое же, как в (8), только с заменой \vec{j} на g_1
1.3. Результат шагов 1.1 и 1.2	$\frac{g_1\left(\vec{r}', t - \frac{R}{c}\right)}{\frac{R}{r}} \approx \frac{g_1(\vec{r}', \tau)}{r} + \frac{\vec{r} \cdot \vec{r}'}{cr^2} \frac{\partial g_1(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} + \frac{\vec{r} \cdot \vec{r}'}{r^3} g_1(\vec{r}', \tau)$	$\frac{g_1\left(\vec{r}', t - \frac{R}{c}\right)}{\frac{R}{r}} \approx \frac{g_1(\vec{r}', \tau)}{r} + \frac{\vec{r} \cdot \vec{r}'}{cr^2} \frac{\partial g_1(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} + \frac{\vec{r} \cdot \vec{r}'}{r^3} g_1(\vec{r}', \tau) + \frac{(\vec{r} \cdot \vec{r}')^2}{cr^4} \frac{\partial g_1(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} (***)$
2.1. Количество отбрасываемых слагаемых в правой части после этого	1 (последнее)	2 (последние)
2.2. Обоснование	следствие модельного приближения (Б)	для третьего слагаемого (первого из отбрасываемых) – следствие модельного приближения (Б); для четвертого слагаемого (второго из отбрасываемых) – см. (12)
Преимущество	преобразования выполняются быстрее и проще	в ходе рассуждений можно ввести понятия «время запаздывания системы τ » и «время собственного запаздывания τ_0 »

Выполним оценку последнего слагаемого в правой части (***):

$$\begin{aligned} \left| \frac{(\vec{n} \cdot \vec{r}')^2}{cr^2} \frac{\partial g_1(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} \right| &= \frac{|\vec{r}'|^2}{cr^2} \left| \frac{\partial g_1(\vec{r}', \tau)}{\partial \tau} \right| \sim \frac{|\vec{r}'|^2}{cr^2} \left| \frac{g_1(\vec{r}', \tau)}{\tau_c} \right| \sim \frac{|\vec{r}'|^2}{cr^2} \frac{|g_1(\vec{r}', \tau)|}{|\vec{r}'|/u} = \\ &= \frac{u|\vec{r}'|}{cr^2} |g_1(\vec{r}', \tau)| \sim \frac{u}{c} \left| \frac{\vec{r} \cdot \vec{r}'}{r^3} g_1(\vec{r}', \tau) \right|. \end{aligned} \quad (12)$$

Таким образом, модуль указанного слагаемого по порядку величины меньше предыдущего в (***) в u/c раз, поэтому им (вследствие модельного приближения (В)) тем более можно пренебречь, поскольку предыдущим слагаемым мы также пренебрегли.

Схемы, представленные в данной работе, могут быть использованы в процессе преподавания электродинамики, что вовсе не означает отказ от учебника с традиционным изложением материала. Данные подходы призваны, скорее, дополнять друг друга.

При этом возможны различные варианты: 1. Анализ схемы с параллельным чтением текста учебника. 2. Самостоятельное составление схемы на основе анализа текста учебника. 3. Использование только схемы (в случае контроля знаний, когда использование учебника не предусмотрено преподавателем) с самостоятельным выполнением промежуточных вычислений; промежуточные вычисления могут быть выполнены и с использованием учебника, если сами вычисления непосредственно в учебнике не приведены. 4. Составление более детализированной схемы на основе предложенной (в силу того, что на рисунке 3 переход к отдельным формулам осуществляется не от двух других (что было бы при наибольшей детализации), а от большего количества других формул (что делает схему более компактной, но, как правило, усложняет понимание логических связей). 5. Воспроизведение схемы по памяти (если студент считает, что ему это проще по сравнению с заучиванием текста учебника) с готовностью ответить на уточняющие вопросы преподавателя.

И хотя можно заметить, что компактную схему можно быстрее сфотографировать на мобильный телефон и воспроизвести на экзамене или

коллоквиуме (если удастся), при отсутствии понимания логических связей это легко обнаруживается преподавателем путем задания студенту простых уточняющих вопросов. Кроме того, данная схема рассчитана, прежде всего, на тех студентов, которые действительно хотят что-то знать и уметь (и просто развивать нейронные связи), а не на тех, кто при изучении конкретной дисциплины совершенствует знания, умения и навыки преимущественно в области обмана преподавателя.

Кроме того, рассмотренный в публикации пример показывает, что применение только сравнительных таблиц (на основе известного принципа «все познается в сравнении»), о чем уже говорилось, например, в [2, с. 62], не всегда способствует структуризации и повышению компактности материала, поскольку «в сравнении познается не все». В частности, при выводе каких-либо соотношений или просто при выполнении сложных многоэтапных преобразований какие-либо сравнения могут вообще отсутствовать (или их бывает очень сложно заметить), поскольку на первом плане оказываются именно структурно-логические схемы. В нашей задаче сравнительные таблицы появились по причинам: а) сходства процессов преобразований потенциалов (1) и (2); б) наличия различных вариантов для некоторых фрагментов этих преобразований. Также важную роль при обосновании пренебрежения отдельными слагаемыми играет умение выполнять оценочные расчеты.

Список использованных источников

1. Левич, В. Г. Курс теоретической физики: в 2 т. / В. Г. Левич. – 2-е изд., перераб. – М. : Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1969. – Т. I. Теория электромагнитного поля. Теория относительности. Статистическая физика. Электромагнитные процессы в веществе.– 911 с.
2. Серый, А.И. К методике вывода граничных условий для составляющих электромагнитного поля в курсах электростатики и магнитостатики / А.И. Серый, З.Н. Серая // Сучасні тенденції та концептуальні шляхи розвитку освіти і педагогіки [зб. наук. пр.]: матеріали IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 19 травня 2021 р.). – Київ, 2021. – 111 с. – С. 56–63.