

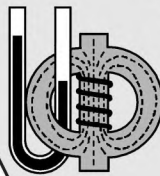
ISSN 2307-5457

*Primum  
inter pares*

Материалы XXVIII Всероссийской  
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:  
Актуальные проблемы. Современные  
решения”

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ



**УЧЕБНАЯ  
ФИЗИКА**

Октябрь - декабрь 2023 №4

Издается с января 1997 года

## СОДЕРЖАНИЕ

### Основная школа

- В. В. Майер      ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ  
Е. И. Вараксина    ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТА ..... 3

### Старшая школа

- И. В. Гребенев    РАЗВИТИЕ УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ  
                                ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА МЕТОДОМ ТЕРМОЭМИССИИ ..... 10  
В. В. Майер      СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕМОСТРАЦИИ  
Е. И. Вараксина    ДИФРАКЦИИ СВЕТА НА ТУМАНЕ ..... 18

### Высшая школа

- А. И. Грибков      ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
Р. В. Романов      КОЭФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ  
                                С ПОМОЩЬЮ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ..... 26  
В. В. Майер      СКОРОСТЬ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ И  
Е. И. Вараксина    ЕЕ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ..... 40  
С. И. Официн      ПРОЕКТНЫЙ МЕТОД В КОНСТРУКТОРСКОЙ  
                                ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ И ТЕХНИКЕ ..... 58

### Науковедение

- Ю. А. Сауров      КОНКРЕТНОСТЬ «ЕДИНСТВА  
                                ВО МНОГООБРАЗИИ» И ПРАКТИЧЕСКАЯ  
                                КОНКРЕТНОСТЬ В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ ..... 66

АВТОРЫ ЖУРНАЛА ..... 70

СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ В 2023 ГОДУ ..... 71

---

---

**Редакция журнала:**

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

**Редакционный совет:**

И. В. Гребенев	д.п.н., профессор, Нижний Новгород
М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
О. В. Лебедева	д.п.н., доцент, Нижний Новгород
В. А. Саранин	д.ф.-м.н., профессор, Глазов
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
А. П. Усольцев	д.п.н., профессор, Екатеринбург

**Оргкомитет конференции:**

Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Г. Г. Никифоров	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин	к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

**Перечень ВАК:** Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

**Адрес редакции, издателя и типографии:** 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, Пединститут. Телефон: (341 41) 5-32-29.  
*E-mail: uch-fiz@mail.ru, kropa@bk.ru*

---

---

**Учредитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В.Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77-69506.

**Подписной индекс:** 79876.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 01.11.23. Подписано в печать 20.12.23.

Дата выхода в свет: 22.12.23.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,5.

Заказ 160. Тираж 200 экз. Цена свободная.

**Первая страница обложки:** Экспериментальная установка для градуировки электрометра по напряжению.

*Научная статья*

ББК 74.262.23

УДК 621.314.26

С. И. Официн

## ПРОЕКТНЫЙ МЕТОД В КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ И ТЕХНИКЕ

Предлагается методика реализации двух проектов по изготовлению преобразователя радиочастоты, направленная на развитие творческой личности обучающегося. Уделяется внимание решению учебной и воспитательной задачи в ходе проектной деятельности.

*Ключевые слова:* преобразователь радиочастоты, проектный метод, принципиальная схема, спецификация деталей, монтажная плата, технологическая карта, научная новизна и практическая значимость.

S. I. Officin

## PROJECT METHOD IN DESIGN ACTIVITY IN PHYSICS AND ENGINEERING

A methodology is proposed for the implementation of two projects for the manufacture of a radio frequency converter, aimed at developing the student's creative personality. Attention is paid to solving educational and educational problems during project activities.

*Keywords:* radio frequency converter, design method, circuit diagram, parts specification, circuit board, technological map, scientific novelty and practical significance.

Обоснованный выбор тематики обучающих проектов для различных дисциплин физико-технического цикла необходим при соответствующем научном и практическом обосновании созданных конструкций.

Рассмотрим два примера авторских модулей преобразователя радиочастоты (конвертера) для УКВ диапазона (63–73 МГц) отечественных: лампового «Рекорд–68» и полупроводникового «Океан–214» радиоприемников (рис. 1).

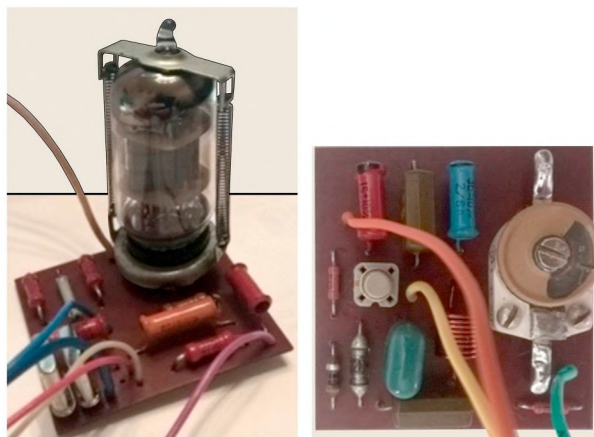


Рис. 1. Внешний вид электронных модулей преобразователя частоты

В связи с повсеместным и окончательным переходом на новый диапазон радиовещания (88–108 МГц) отечественный радиоприемник оказывается не действующим. Решить задачу обеспечения работоспособности советского радиоприемника возможно с применением конвертера.

*Научная новизна* предлагаемого проекта, вероятно, состоит в историческом аутентичном для данного вида изделия «техническом почерке» исполнителя, что особенно важно, например, для реставрационных работ, ценителей истории отечественной радиотехники.

*Практическая значимость* заключается в восстановлении работоспособности радиоприемника, уже в новом диапазоне вещания (88–108 МГц).

*Учебная задача* проекта комплексно решается в творческой физико–технической лаборатории, оборудованной всеми необходимыми приборами и материалами для выполнения радио– и электромонтажных работ.

*Воспитательный аспект* ориентирован на привитие любви обучающегося к истории отечественной техники, особое чувство гордости за инженерное воплощение идеи, а также за создателей рукотворной конструкции — лампового или полупроводникового радиоприемника.

Краткое описание методики выполнения проекта по изготовлению модуля преобразователя радиочастоты может быть представлено последовательностью нижеследующих операций:

1. Изучение физико–технической литературы по теме проекта.
2. Составление технологической карты для изготовления конструкции.

3. Изучение правил по технике безопасности и охране труда, соблюдение которых необходимо в процессе изготовления устройства.

4. Составление принципиальной схемы электронного блока.

5. Подбор электронных компонентов и составление таблицы «Спецификация элементов преобразователя частоты».

6. Выполнение радиомонтажных работ на макетной плате и предварительная настройка созданного образца.

7. Изготовление радиомонтажной платы из фольгированного гетинакса или стеклотекстолита с оформлением контактных площадок для крепления компонентов. Травление полученной заготовки в растворе, например, хлорного железа (рис. 2).

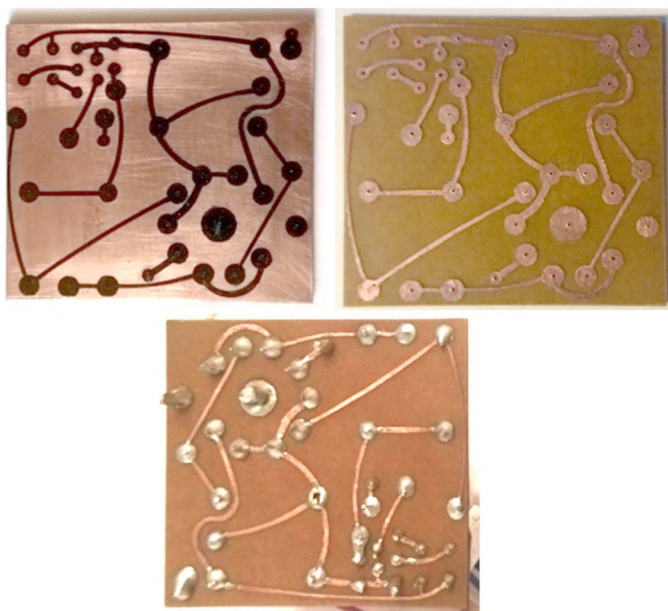


Рис. 2. Элементы технологической карты изготовления платы преобразователя для лампового радиоприемника

8. Аккуратный перенос электронных компонентов с монтажной платы на изготовленную гетинаксовую или стеклотекстолитовую плату.

9. Повторная «точная» настройка модуля конвертера и последующая установка его в корпус радиоприемника.

10. Подготовка технического паспорта на образец проектной деятельности и презентации этапов изготовления конструкции преобразователя радиочастоты.

Кратко рассмотрим физико-технические материалы для первого проекта — конвертера УКВ диапазона радиолы «Рекорд-68» [1]. В технологическую карту проекта включается принципиальная схема конструкции (рис. 3), спецификация элементов к схеме электрической принципиальной преобразователя частоты (табл. 1).

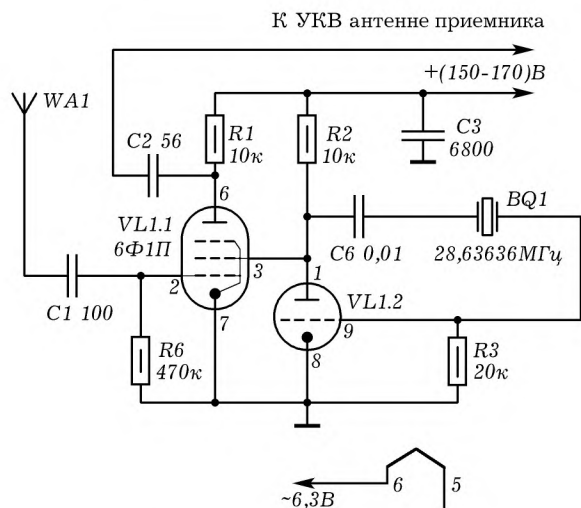


Рис. 3. Принципиальная схема конвертера для лампового радиоприемника «Рекорд-68»

Таблица 1  
Перечень элементов к схеме электрической принципиальной преобразователя частоты для лампового радиоприемника «Рекорд-68».

№	Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Величина	Дата изготовления	Количество
1	R1	Резистор	МЛТ-0,5	10 кОм±5%		1
2	R2	Резистор	МЛТ-0,5	10 кОм±5%		1
3	R3	Резистор	МЛТ-0,5	20 кОм±5%		1
4	R4	Резистор	МЛТ-0,5	470 кОм±5%		1
5	C1	Конденсатор	КТ-3	100 пФ±5%	07.69	1
6	C2	Конденсатор	КТ-3	56 пФ±10%	05.64	1
7	C3	Конденсатор	КТ-3	6800 пФ	02.69	1
8	C4	Конденсатор	КТ-2	0,01 мкФ		1
9	VL1.1 VL1.2	Электронная лампа (триод-пентод)	6Ф1П		.77	1
10	BQ1	Кварцевый резонатор	ELZET	28 МГц		1

В технологическую карту второго проекта для советского радиоприемника «Океан-214», имеющего диапазон УКВ, включены аналогичные пункты [2].

Принципиальная схема устройства (рис. 4) выполнена на униполярном транзисторе  $VT1$  КП303 с любым буквенным индексом в конце обозначения.

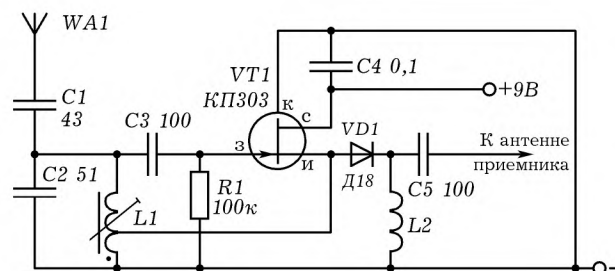


Рис. 4. Принципиальная схема преобразователя частоты

Таблица 2

Перечень элементов к схеме электрической принципиальной преобразователя частоты для радиоприемника «Океан-214»

№	Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Величина	Дата изготовления	Количество
1	R1	Резистор	МЛТ-0,125	100 кОм±5%		1
2	C1	Конденсатор	КТ-2	43 пФ±10%	11.56	1
3	C2	Конденсатор	КТ-2	51 пФ±10%	02.64	1
4	C3	Конденсатор	КТ-2	100 пФ±10%	03.64	1
5	C4	Конденсатор	К73-17	250 В; 0,1 мкФ±5%	06.85	1
6	C5	Конденсатор	КСО-1	250 В; 100 пФ±5%	02.70	1
7	VT1	Транзистор полевой (n-канальный)	КП303И		09.82	1
8	VD1	Диод германиевый	Д18		05.88	1
9	L1	Катушка индуктивности	Катушка из медного провода марки ПЭВ-2 диаметром 0,75 мм на заготовке диаметром 6,0 мм, имеющая 9 однослойных витков с отводом от 2 витка			1
10	L2	Дроссель		10 мкГн±10%		1

При проектировании данного конвертера обучающимся предлагается методическое описание алгоритма изготовления конструкции, в котором отражаются особенности изготовления и монтажа отдельных элементов. Так для изготовления катушки индуктивности  $L1$  необходимо применить провод марки ПЭВ-2 диаметром

1 мм. На каркас диаметром 8 мм длиной 15 мм наматывают 9 витков провода и делают отвод от второго витка согласно принципиальной схеме (рис. 4). В случае применения для настройки конвертера ферритового стержня количество витков катушки индуктивности может быть уменьшено до 7, а если используется латунный стержень — увеличено до 10 витков.

Другой элемент принципиальной схемы  $L2$  представляет собой дроссель индуктивностью 10 мкГн.

Применяемые при изготовлении устройства конденсаторы  $C1$  —  $C3$  могут быть марки  $KT$  (конденсатор трубчатый),  $C4$  — марки  $K73-17$  (конденсатор пленочный),  $C5$  — марки  $KCO-1$  (конденсатор слюдяной опрессованный). Допускается применение других марок конденсаторов, не ухудшающих эксплуатационные свойства конвертера.

Резистор  $R1$  может быть различных марок:  $BC$  (влагостойкое сопротивление),  $MЛТ$  (металлизированное лакированное терmostойкое) либо другие с номинальной мощностью 0,125 Вт; 0,25 Вт.

Полупроводниковый диод  $VD1$  может быть марок  $ГД507$ ,  $Д18$ .

Источник электрического питания конвертера — постоянный ток напряжением 3,0 — 9,0 В. Модуль может подключаться к общему источнику энергии радиоприемника или к отдельному.

Монтажная схема может выполняться на двустороннем либо одностороннем фольгированном стеклотекстолите, а также в программе для изготовления печатных плат (рис. 5).

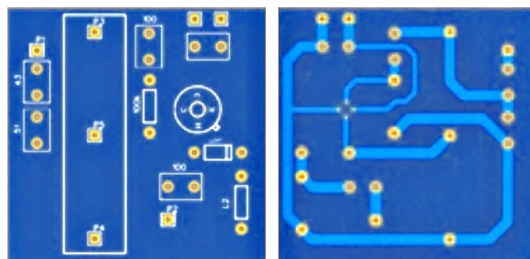


Рис. 5. Внешний вид программной печатной платы с двух сторон

Настройку любого конвертера производят двумя способами: первый — по образцу приемника с известными частотными характеристиками и принимаемыми в данной местности радиостанциями и второй — с применением высокочастотного генератора. В данном случае настройка контура в резонанс производится путем межвиткового сжатия либо растяжения катушки индуктивности  $L1$  или путем внесения в нее сердечника из магнитопроницаемого материала.



Отметим важные дидактические и методические аспекты проектной деятельности [3].

При проектировании конвертера радиочастоты (рис. 1) необходимо учесть внешние электромагнитные помехи, ухудшающие качество радиоприема. Для уменьшения их влияния сконструированный экспериментальный модуль помещают в алюминиевый экранирующий корпус, оставляя только отверстия под проводники.

После завершения процесса пайки компонентов со стороны печатных проводников очищают остатки канифоли кисточкой, смоченной в ацетоне или спирте (рис. 6).



Рис. 6. Внешний вид обратной стороны электронного блока конвертера радиочастоты для приемника «Океан-214».

Точная настройка конвертера FM-диапазона производится подстроечным конденсатором  $C3$  (рис. 4) с помощью диэлектрической отвертки через отверстие в алюминиевом корпусе.

Другим аспектом, требующим внимания, служит то, что паспортные характеристики ширины диапазона вещания отечественного радиоприемника, имеющего блок УКВ, соответствуют примерно 10 МГц. Конвертер способен обеспечить преобразование частоты 88–108 МГц т. е. 20 МГц. Однако радиоприемник с данным конвертером будет воспроизводить станции, отнесенные примерно к половине ширины диапазона современного вещания.

Для полного воспроизведения частот вещания 88–108 МГц необходимо иное конструкторское решение: перестройка контуров блока УКВ приемника. Процесс изменения параметров колебательных контуров блока УКВ достаточно трудоемкий и требует специальных компетенций и оборудования: частотомера, АЧХ-метра, посеребренного провода, набора конденсаторов небольшой емкости, например, марок  $KT-1$ ,  $KT-2$  и иных материалов.

Отчет о выполненном обучающимся проекте экспериментального конвертера частоты для отечественного радиоприемника с соответствующим технологическим описанием в виде презентации заслушивается, например, на студенческой научно-практической

конференции, показывается на выставке авторских моделей, собранных в творческой лаборатории.

Описанные конструкторские проекты конвертера радиочастоты позволят развить творческие способности обучающихся и привить у них любовь к физике и технике [ 4 ], а также сформировать необходимые компетенции для дальнейшей профессиональной деятельности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Официн С. И., Шапошников А. В. Проектный метод в конструкторской деятельности как способ развития творческой личности обучающегося // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 32. — М.: ИСРО РАО, 2020. — С. 27–29.
2. Официн С. И., Трушицын С. А. Обучающий конструкторский проект по физике и технике // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 33. — М.: ИСРО РАО, 2021. — С. 68–70.
3. Официн С. И., Гуреев М. М. Конструкторский проект по физике и технике // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 35. — М.: ИСРО РАО, 2022. — С. 58–60.
4. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. Пособие для учителей. — М.: Просвещение, 1975. — 272 с.

Рязанский институт (филиал)  
федерального государственного  
автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Московский политехнический  
университет»

Поступила в редакцию 07.11.23