

2. Месяц Г. А., Ротштейн В. П., Фурсей Г. Н., Карцев Г. К.— ЖТФ, 1970, т. 40, с. 1551.
3. Любимов Г. А.— В сб.: Экспериментальные исследования плазматронов.— Новосибирск, 1977, с. 207.
4. Maescker H.— Ztschr. f. Phys., 1955, B. 141, S. 198.
5. Ecker G.— Ergebnisse exakt. Naturwiss., 1961, B. 33, S. 1.
6. Wienecke R.— Ztschr. f. Phys., 1955, B. 143, S. 128.
7. Мандельштам С. Л., Райский С. М.— Изв. АН СССР. Сер. физ., 1949, т. 13, с. 549.
8. Зянгерман А. С., Каплан Д. А.— ЖТФ, 1958, т. 28, с. 387.
9. Морозов В. А., Киселевский Л. И.— ИФЖ, 1967, т. 13, с. 644.
10. Bauer A.— Ztsch. f. Phys., 1954, B. 138, S. 35.

Поступила в редакцию
07.06.79.

НИИ ПФП

УДК 53.05/08

Н. М. АБРАМЧУК, М. К. ЕФИМЧИК, С. С. ШУШКЕВИЧ

ФРОНТАЛЬНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ФИЗИКОВ (специальность 2016)

Преимущества фронтального учебного практикума, т. е. цикла лабораторных работ, в котором все обучаемые параллельно выполняют одни и те же (или эквивалентные по содержанию) задания, общезвестны. Однако существует мнение, что затраты на оборудование при этом значительно возрастают, к тому же фронтальный метод усложняет постановку новых лабораторных работ, изменение содержания уже написанных работ и т. д.

Описываемый практикум лишен этих предполагаемых недостатков, а затраты на оборудование мало отличаются от затрат на оборудование учебной лаборатории соответствующего уровня с последовательным выполнением работ.

При разработке фронтального практикума сделана попытка решить следующие задачи.

1. Свести к минимуму затраты времени на вспомогательные операции типа соединений, подключений и т. п.

2. Обеспечить условия для выполнения всей работы непосредственно в лаборатории от подготовки к ней до оформления результатов в виде отчета. В значительной мере это облегчается тем, что вопросы теории, относящиеся к работе, рассматриваются, как правило, на лекции, непосредственно предшествующей лабораторным занятиям.

3. Дифференцировать задания в зависимости от индивидуальной подготовки и от степени усвоения лекционного материала, а также с целью исключения заимствования итоговых результатов друг у друга.

4. Добиться строгой синхронности изучения вопросов на лекциях и в лаборатории. Под этим подразумевается не только предварительное рассмотрение теоретических положений на лекциях, но и использование (в отдельных случаях) лабораторных занятий в качестве введения к определенной теме с целью повышения интереса к этой теме и к поиску ответа в лекционном курсе на возникшие вопросы. Таким образом построено, в частности, изучение вопроса о синхронном детектировании в физическом эксперименте для выделения сигналов из шума. Сначала в лаборатории продлевается работа по изучению свойств синхронного детектора, а затем на лекциях поясняются вопросы применения таких устройств в экспериментальной физике.

5. Предусмотреть возможность использования типового оборудования лабораторных мест для выполнения учебно-исследовательской работы студентов (УИРС) по индивидуальным заданиям с минимальными затратами времени на подготовку эксперимента.

6. Добиться возможности дальнейшего развития практикума с минимумом дополнительных затрат при том же типовом оборудовании на местах.

7. Минимизировать потери учебного времени из-за выхода из строя приборов, предусмотреть защиту приборов от наиболее вероятных ошибочных подключений и т. п. действий обучаемого.

8. Обеспечить соответствие уровня постановки практикума современным научно-техническим требованиям.

9. Свести к минимуму затраты на оборудование.

10. Максимально повысить информационные характеристики практикума.

Оборудование лаборатории. Все 16 лабораторных мест (на 32 человека) оборудованы идентично. На каждом из них имеется генератор сигналов звуковой частоты ГЗ-33, генератор стандартных сигналов Г4-18А, осциллограф С1-48Б, ампервольтметр Ц4341 и микрокалькулятор БЗ-18А. Естественно, что могут быть применены любые приборы эквивалентного назначения, но других типов (например, ГЗ-56/1, Г4-102, С1-59 и т. д.). Кроме того, на каждом месте имеется специально разработанный для целей практикума универсальный стенд, представляющий собой наборное поле, на котором могут быть установлены до 12 модулей. При установке на наборное поле модуль фиксируется на нем при помощи контактных штырей, и собранное в нем устройство оказывается подключенным к одному или нескольким источникам стабилизированных напряжений (+5 В; +12 В; -12 В; -27 В). В модулях, содержащих только пассивные элементы (например, резисторы, контуры, фильтры), штыри служат только для фиксации. Схемы всех стабилизаторов типовые, в них предусмотрена тиристорная защита от короткого замыкания.

Каждый вывод модуля состоит из двух контактных гнезд, применяемых в разъемах типа 2РМД, что позволяет при помощи проводников, со штырями диаметром 1,5 мм на обоих концах, объединить любое количество выводов, т. е. собирать на базе этих модулей различные функциональные схемы и исследовать их характеристики.

Лабораторные работы. В соответствии с программой курса [1] и учебным планом на практикуме последовательно выполняются следующие лабораторные работы.

1. Основные вопросы измерений и обработка экспериментальных данных.

2. Основные радиотехнические измерения и радионизмерительные приборы.

3. Простейшие линейные цепи.

4. Колебательный контур.

5. Основные характеристики и параметры транзисторов на низких частотах.

6. Простейшие усилительные каскады.

7. Обратная связь в усилителях.

8. Генерирование колебаний.

9. Амплитудная модуляция и детектирование амплитудно-модулированных колебаний.

10. Преобразование частоты и синхронное детектирование.

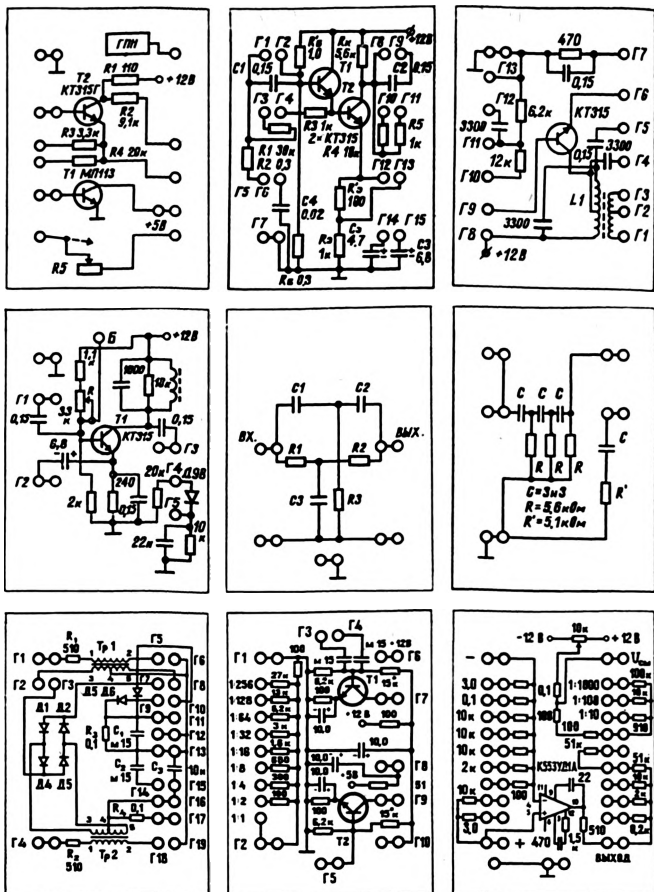
11. Операционные усилители. Измерение основных параметров.

12. Операционные усилители. Основные схемы включения.

13. Транзисторный радиоприемник. Изучение схемы и измерение основных характеристик.

Схемы некоторых модулей, применяемых при выполнении лабораторных работ, приведены на рисунке.

Пониманию сущности физических процессов способствует сопоставление различных методов измерения одного и того же параметра схем. Добротность колебательных систем определяется, например, тремя способами, в том числе и наиболее надежным методом — счетом числа колебаний на интервале уменьшения амплитуды затухающих колебаний



Принципальные схемы основных модулей, применяемых в лабораторном практикуме

в е раз. Специально для таких целей изготовлены модули простейших генераторов импульсов ударного возбуждения, пилообразного напряжения (для получения на экране осциллографа характеристик диодов и транзисторов) и другие модули.

Одной из особенностей практикума является возможность дифференциации заданий: студенты, быстро выполнившие основную часть лабораторной работы, могут получить интересное дополнительное задание. В ряде случаев для этого требуются дополнительные модули. Как правило, такие модули разрабатываются самими студентами в этой же лаборатории в качестве заданий по УИР. Естественно, что в отдельных случаях разработанные в плане УИР модули не являются столь совершенными, как тщательно проверенные «серийные» модули для фронтального практикума. Однако наиболее подготовленные студенты в состоянии оценить достоинства и недостатки этих модулей, а зачастую и предложить

способ их усовершенствования. Иногда выполнение такой задачи перерастает в задание по УИР.

Таким образом, переход от последовательного метода проведения лабораторных работ к фронтальному повысил интерес студентов к занятиям; существенно изменилось их отношение к работе в лаборатории. Лаборатория воспринимается как неотъемлемая часть единого комплекса по изучению основ радиоэлектроники.

Следует отметить, что затраты на оборудование составили приблизительно 1800 руб. на рабочее место (включая микрокалькулятор БЗ-18А), т. е. около 33 тыс. руб. на лабораторию для полной студенческой группы, что мало отличается от стоимости оборудования лабораторий практикума последовательного типа.

Отметим, что однотипность приборов на рабочих местах существенно упрощает ремонт и эксплуатацию лаборатории в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа курса «Основы радиоэлектроники». — М., 1979.

Поступила в редакцию
11.10.79.

Кафедра ядерной физики