

**Воронежский институт МВД России**

Кафедра радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга

**А.В. Сидоров,  
М.В. Таравков,  
О.В. Толстых**

**ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

методические рекомендации

Воронеж  
2017

ББК 32.844-02

Р 59

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга, протокол № 2 от 5 сентября 2017 г.

Рассмотрено и одобрено на заседании методического совета института, протокол № 2 от 16 октября 2017 г.

*Рецензенты: Е.В. Спиридонов, начальник ФГКУ «УВО ВНГ России по Воронежской области», полковник полиции;  
В.А. Скрыльников, начальник МОВО по Изобильненскому району – филиала ФГКУ «УВО ВНГ России по Ставропольскому краю», майор полиции.*

**Сидоров А.В., Таравков М.В., Толстых О.В.**

Р 59 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиотехнических средств: методические рекомендации / А.В. Сидоров, М.В. Таравков, О.В. Толстых. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2017. – 53 с.

Издание предназначено для курсантов и слушателей института очной и заочной форм обучения по специальности 11.05.02 Специальные радиотехнические системы. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы дисциплине «Основы компьютерного проектирования и моделирования радиотехнических систем» содержат требования к структуре, содержанию и оформлению контрольной работы, порядок её защиты, задание по вариантам и указания по его выполнению, необходимые теоретические сведения, методические рекомендации по написанию разделов контрольной работы.

**ББК 32.844**

©Воронежский институт МВД России, 2017

© А.В. Сидоров, М.В. Таравков, О.В. Толстых, 2017

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение	4
1. Цель и задачи контрольной работы	5
2. Порядок выполнения и оценки контрольной работы	7
3. Структура, содержание и оформление контрольной работы	9
4. Задание к контрольной работе	13
5. Методические указания по выполнению контрольной работы	14
6. Методические рекомендации по написанию разделов пояснительной записки	17
Литература	18
Приложение 1. Образец оформления титульного листа	19
Приложение 2. Образец содержания контрольной работы	20
Приложение 3. Варианты заданий к работе	21
Приложение 4. Образец задания к контрольной работе	55
Приложение 5. Изображение радиоэлектронного средства, подготовленного к моделированию	57
Приложение 6. Карта узловых потенциалов радиотехнического средства	58
Приложение 7. Осциллограммы сигналов в контрольных точках схемы радиоэлектронного средства	59
Приложение 8. АЧХ и ФЧХ радиотехнического средства	60

## ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения контрольной работы является формирование умений использования методики схемотехнического моделирования радиотехнического средства с использованием систем автоматизированного проектирования.

Достижению данной цели служат следующие задачи:

- 1) изучение возможностей современных пакетов прикладных программ систем автоматизированного проектирования радиотехнических средств;
- 2) формирование теоретических знаний и практических навыков использования средств систем автоматизированного проектирования при схемотехническом моделировании узлов и блоков радиотехнических средств.

Контрольная работа содержит задания по ключевым разделам тематического плана. Начальная подготовка курсантов в качестве пользователей прикладных программ моделирования проводится на лабораторных занятиях и во время самостоятельной подготовки.

Издание предназначено для курсантов и слушателей института очной и заочной форм обучения по специальности 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы дисциплины «Основы компьютерного проектирования и моделирования радиотехнических систем» содержат требования к структуре, содержанию и оформлению контрольной работы, порядок её защиты, задание по вариантам и указания по его выполнению, необходимые теоретические сведения, методические рекомендации по написанию разделов пояснительной записки.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Использование средств систем автоматизированного проектирования (САПР) позволяет перейти от традиционного макетирования разрабатываемой аппаратуры к ее моделированию с помощью ЭВМ. При этом, как правило, осуществляется цикл сквозного проектирования, который включает в себя:

- синтез структуры и принципиальной схемы радиотехнического средства;
- анализ его характеристик в различных режимах с учетом разброса параметров компонентов и наличия дестабилизирующих факторов, проведение параметрической оптимизации;
- синтез топологии, включая размещение элементов на печатной плате и разводку межсоединений;
- верификацию (проверку) топологии печатной платы;
- выпуск конструкторской документации.

В рамках контрольной работы решается один из этапов сквозного проектирования – анализ характеристик радиотехнического средства (РТС) (статических, динамических, частотных, спектральных, передаточных), после синтеза его структуры и электрической принципиальной схемы, в различных режимах с учетом разброса параметров компонентов, проведение параметрической (и) или структурной оптимизации. Таким образом, работает классическая схема: *анализ – синтез – анализ*.

Целью выполнения контрольной работы является формирование умений использования методики схемотехнического моделирования узлов и блоков радиотехнических средств с использованием средств САПР.

Достижению данной цели служат следующие задачи:

1) изучение возможностей современных пакетов прикладных программ САПР РТС;

2) формирование теоретических знаний и практических навыков использования средств САПР при схемотехническом моделировании узлов и блоков РТС.

Контрольная работа содержит задания по ключевым разделам тематического плана. Начальная подготовка курсантов в качестве пользователей прикладных программ моделирования проводится на лабораторных занятиях и во время самостоятельной подготовки.

## **2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

В начале семестра преподавателем проводится организационное занятие, на котором он выдает задание, сообщает курсантам цели и задачи контрольной работы, основные этапы его выполнения, требования к оформлению, порядок сдачи работы. Преподаватель доводит до курсантов график консультаций для промежуточного контроля выполнения заданий контрольной работы, обозначает контрольные сроки проверки и срок сдачи контрольной работы.

Важным преимуществом контрольной работы является то, что на лабораторных занятиях отрабатывается методика выполнения фрагментов контрольной работы: подготовка РТС к моделированию, моделирование статических, динамических и частотных характеристик узлов и блоков РТС.

Контрольная работа выполняется в часы самостоятельной подготовки курсантов. На консультациях преподаватель осуществляет контроль за систематической работой курсантов, отмечает допущенные недостатки и ошибки в выполнении контрольной работы и дает рекомендации по дальнейшей работе.

Преподаватель обязан проводить необходимые консультации с обучающимися по написанию контрольной работы и контролировать её выполнение.

Обучающийся как автор работы несёт ответственность за принятые решения, достоверность фактов и данных, правильность расчётов, грамотность изложения материалов и качество оформления.

Подписанная обучающимся контрольная работа представляется для проверки преподавателю. Преподаватель, проверив контрольную работу, делает оценку работе. Если в контрольной работе имеются ошибки или

неточности, не приводящие к неверным конечным результатам, сделаны аргументированные выводы, то работа может быть оценена без снижения общего балла при условии исправления ошибок.

Если контрольная работа содержит существенные недостатки в содержании и оформлении, то она возвращается курсанту на доработку.

Контрольная работа оценивается по четырехбальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».



### 3. СТРУКТУРА, СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа состоит из разделов (разделы могут иметь деление на отдельные подразделы) и имеет следующую структуру:

Титульный лист (приложение 1).

Содержание (приложение 2).

Введение.

Основная часть.

Заключение.

Список литературы.

Приложения (графическая часть).

Во введении обосновывается выбор темы, её актуальность, научная новизна; определяются цель и задачи исследования; описывается методология и методика проведения исследования; указываются видные специалисты, занимавшиеся исследованиями по данной теме.

В содержании работы необходимо:

Проанализировать существующие методы и подходы к решению задач контрольной работы.

Выбрать наиболее подходящие методы решения и обосновать свой выбор.

Решить поставленные задачи (в зависимости от варианта) выбранными методами:

– провести анализ основных возможностей пакета программ схемотехнического моделирования;

– выполнить подготовку радиотехнического средства к моделированию в среде САПР;

– выполнить моделирование статических характеристик радиотехнического средства;

– выполнить моделирование динамических характеристик радиотехнического средства;

– выполнить моделирование частотных характеристик радиотехнического средства;

– провести оптимизацию параметров и характеристик заданного устройства.

В заключении работы подводится итог проведённого исследования, приводятся общие выводы, основные полученные результаты, их актуальность для деятельности практических подразделений ОВД и Росгвардии.

Приложения к контрольной работе могут быть представлены в виде различных иллюстраций, связанных с темой работы (таблиц, схем, графиков). Приложения разрабатываются и выполняются по желанию обучающегося и по согласованию с преподавателем.

Объем работы не должен превышать 35 страниц машинописного (компьютерного) текста, выполненного на одной стороне стандартного листа формата А4, не считая приложений. Текст печатается через 1,5 интервала шрифтом «Times New Roman», размер шрифта - 14, межбуквенный интервал обычный. Каждая страница имеет поля размером: левое - 30 мм, правое - 15 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым и равен 1,25 см, выравнивание абзаца - по ширине страницы. Страницы должны иметь сквозную нумерацию, при этом титульный лист считается первой страницей, план - второй, введение - третьей. Проставление номеров страниц начинается с введения. Номера страниц проставляются вверху страницы по центру.

В тексте названия разделов набираются прописными (заглавными) буквами, названия подразделов - строчными буквами, полужирным шрифтом. Каждый раздел начинается с новой страницы.

Заголовки не подчеркиваются, слова в них не переносятся, точка в конце не ставится. Разделы и подразделы нумеруются арабскими цифрами.

В работе используются общепринятые сокращения и аббревиатуры. Допускается введение собственных или мало употребляемых сокращений, если использование полных наименований существенно затрудняет чтение работы и увеличивает её объем. Для этого после первого полного наименования в круглых скобках представляется введённая аббревиатура.

Обязательная часть графического материала контрольной работы включает:

1) чертеж схемы электрической принципиальной РТС согласно варианту задания;

2) чертежи подготовленных к моделированию блоков РТС, выполняющих определенную функцию (с указанием номеров узлов);

3) чертеж или компьютерная распечатка изображения, подготовленного к моделированию РТС (с указанием номеров узлов);

4) результаты моделирования статических характеристик РТС (карта узловых потенциалов);

5) результаты моделирования динамических характеристик РТС (параметры моделирования, осциллограммы сигналов в контрольных точках схемы РТС);

6) результаты моделирования частотных характеристик РТС (АЧХ, ФЧХ).

Все иллюстрации (фотографии, схемы, графики) именуются в тексте рисунками, которые нумеруются арабскими цифрами. Номер рисунка должен состоять из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделённых

между собой точкой. Каждый рисунок должен сопровождаться подписью, характеризующей его содержание. Она включает название рисунка и необходимые пояснения и размещается под рисунком в одном абзаце с его номером.

Числовые данные и лексические перечни оформляются в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок, включающий расшифровку условных обозначений, и нумерацию, аналогичную нумерации рисунков. Таблицы размещаются в тексте работы или на отдельных листах, включаемых в общую нумерацию страниц. Примечания и сноски к таблице печатаются непосредственно под таблицей. Текст контрольной работы должен быть выполнен в едином стиле, научным языком и не должен иметь грамматических, пунктуационных, стилистических ошибок, опечаток.

При использовании в тексте работы цитат, положений, заимствованных из литературы, автор обязан делать ссылки на них в соответствии с установленными правилами. Заимствование текста без ссылки на источник не допускается.

Приложения к работе оформляются при наличии дополнительного материала к основному содержанию работы. Они не ограничиваются объемом и представляют материалы исследования вспомогательного характера, иллюстрирующие содержание работы в виде графиков, таблиц, схем. Приложения нумеруются, по тексту работы на них делаются ссылки. При оформлении приложений сквозная нумерация страниц сохраняется. Каждое приложение начинается с новой страницы с указанием в правом верхнем углу слова «Приложение» и имеет тематический заголовок. Все таблицы и рисунки должны иметь название (таблицы - вверху, остальные - внизу).

#### **4. ЗАДАНИЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

Исходные данные: схема электрическая принципиальная РЭС согласно варианту задания (приложение 3).

Задание оформляется на бланке, образец которого представлен в приложении 4.

В ходе выполнения контрольной работы требуется:

- 1) проанализировать основные возможности используемого в курсовом проекте пакета программ схемотехнического моделирования;
- 2) выполнить моделирование статических, динамических и частотных характеристик радиотехнического средства;
- 3) произвести оптимизацию параметров и характеристик РЭС.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Выполнение контрольной работы можно разбить на четыре этапа.

На первом этапе выполнения контрольной работы необходимо проанализировать схему электрическую принципиальную заданного РТС и основные возможности пакета прикладных программ схемотехнического моделирования используемого в работе. При выполнении данного этапа контрольной работы следует ознакомиться с интерфейсом, структурой, файлами данных и решаемыми проектными задачами в программе схемотехнического моделирования. Обратить внимание на базу данных, проанализировать её. Если в ней отсутствуют необходимые модели радиоэлектронных компонентов (РЭК), требуется подобрать аналоги, используя справочники РЭК или дополнить базу данных (самостоятельно создать модель РЭК, как описано в лабораторной работе №5). Обязательно, используя зарубежные или отечественные аналоги РЭК схемы, аргументировать их замену.

На втором этапе контрольной работы подготовить заданное РТС к моделированию средствами выбранного пакета программ. При этом необходимо обратить внимание на правильность задания номиналов РЭК, моделей РЭК, ввода электрических связей, подключения и задания параметров источников сигналов, питания, наличие электрических связей с «землёй». Подготовленные файлы данных необходимо представить на проверку преподавателю.

Третий этап контрольной работы предполагает моделирование статических, динамических и частотных характеристик РЭС согласно алгоритмам, описанным ниже. В процессе моделирования выполняется структурная и параметрическая оптимизация. Результатом выполнения данного этапа контрольной работы являются: карта узловых потенциалов, осциллограммы сигналов в контрольных точках схемы, АЧХ и ФЧХ РТС.

Правильность результатов моделирования характеристик РТС проверяется преподавателем.

При моделировании статических характеристик РЭС используется следующий алгоритм:

- 1) осуществляется подготовка РТС к моделированию (к схеме подключается независимый источник напряжения и «земля», при необходимости задается сопротивление нагрузки);
- 2) делаются видимыми номера узлов схемы;
- 3) выбирается режим моделирования по постоянному току;
- 4) задаются параметры моделирования (для получения передаточной характеристики в режиме по постоянному току необходимо задать зависимости напряжения на выходном узле схемы от напряжения на входном и диапазоны их изменения);
- 5) при помощи соответствующих команд выполняется моделирование;
- 6) анализируется полученный график;
- 7) при помощи соответствующих команд получается, а затем анализируется карта узловых потенциалов;
- 8) если схема РТС функционирует неправильно, выполняется оптимизация структуры, параметров, характеристик исследуемого РТС;
- 9) выполняются компьютерные распечатки результатов моделирования.

При моделировании динамических характеристик РЭС используется следующий алгоритм:

- 1) осуществляется подготовка РТС к моделированию (к схеме подключается источник гармонического сигнала и «земля», согласно варианту задания в базу данных вносятся его параметры);
- 2) делаются видимыми номера узлов схемы;
- 3) выбирается режим моделирования динамических характеристик;
- 4) задаются параметры моделирования (время моделирования, шаг, переменные для получения осциллограмм сигналов в контрольных точках);

- 5) при помощи соответствующих команд выполняется моделирование;
- 6) анализируются полученные графики;
- 7) если схема РТС функционирует неправильно, выполняется оптимизация структуры, параметров, характеристик исследуемого РТС;
- 8) выполняются компьютерные распечатки результатов моделирования.

При моделировании частотных характеристик РЭС используется следующий алгоритм:

- 1) в графический редактор используемого пакета прикладных программ загружается схема РТС, полученная в результате моделирования и оптимизации динамических характеристик;
- 2) делаются видимыми номера узлов схемы;
- 3) выбирается режим моделирования частотных характеристик;
- 4) задаются параметры моделирования (диапазон частот, переменные для получения амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристики (АЧХ и ФЧХ) исследуемого РТС);
- 5) при помощи соответствующих команд выполняется моделирование;
- 6) анализируются полученные графики;
- 7) если схема блока РЭС функционирует неправильно, выполняется оптимизация структуры, параметров, характеристик исследуемого РТС;
- 8) выполняются компьютерные распечатки результатов моделирования.

Таким образом, результатом выполнения данного этапа контрольной работы являются: карты узловых потенциалов, передаточные характеристики в режиме по постоянному току, осциллограммы входных и выходных сигналов, сигналов в контрольных точках схемы РТС, АЧХ и ФЧХ РТС.

Четвёртый этап работы предполагает оформление пояснительной записки и графической части контрольной работы.



## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Основную часть пояснительной записки контрольной работы рекомендуется разделить на две части (раздела).

В первом разделе контрольной работы необходимо описать основные возможности выбранного пакета прикладных программ схемотехнического моделирования, решаемые с помощью него проектные задачи. Также необходимо проанализировать существующие методы и подходы к решению задач контрольной работы, выбрать наиболее подходящие методы решения и обосновать свой выбор.

Во втором разделе контрольной работы необходимо описать процесс подготовки РЭС к моделированию, описать алгоритм работы с графическим редактором пакета прикладных программ схемотехнического моделирования при подготовке изображения схемы РТС. В графической части по данному подразделу приводится компьютерная распечатка электрической принципиальной схемы РЭС, подготовленной к моделированию (с указанием номеров узлов). Пример оформления приведен в приложении 5.

Также во втором разделе необходимо описать особенности моделирования статических, динамических, частотных характеристик РТС, алгоритм моделирования характеристик РТС, параметры, заданных при моделировании, которые приводятся по тексту в виде компьютерных распечаток, проанализировать результаты, описать процесс оптимизации (структурной или параметрической) с обоснованием и подтверждением результатами моделирования (карта узловых потенциалов РТС – приложение 6, временные диаграммы входного и выходного сигналов РТС – приложение 7, АЧХ и ФЧХ РТС – приложение 8).

В конце раздела должны быть содержательные выводы по результатам моделирования.

Результаты работы отражаются в заключении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров и др.; Под ред. О. В. Алексеева. – Рекомендовано МО РФ. – М. : Высш.шк., 2000. – 479 с.
2. Антипенский Р. В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. – М. : Техносфера, 2007. – 127 с.
3. ГОСТ Р 54906-2012. Системы безопасности комплексные. Экологически ориентированное проектирование. Общие технические требования.
4. Горбатенко С. А. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : методические указания / С. А. Горбатенко, В. В. Горбатенко, Е. Н. Серeda. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2012. - 26 с.
5. Горбатенко С. А. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине: «Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств» / С. А. Горбатенко, Н. В. Даценко, Е. Н. Серeda. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2010. – 94 с.
6. Кардашев Г. А. Цифровая электроника на персональном компьютере / Г. А. Кардашев. – М. : Горячая линия-Телеком, 2003. – 311 с.
7. Меньших В. В. Математическое моделирование и численный анализ задач естествознания : учебное пособие / В. В. Меньших, В. Н. Думачев, Н. В. Пешкова. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2015. – 122 с.
8. Моделирование систем : учебное пособие / Сумин В. И. [и др.]. – Воронеж : Воронежский институт МВД России, 2011. – 222 с.
9. Петраков О. М. Создание аналоговых PSPICE - моделей радиоэлементов/ О. М. Петраков. – М. : РадиоСофт, 2004. – 205 с.
10. Советов Б. Я. Моделирование систем : учебник : рек. УМО высш. образ. / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2014. – 343 с.

Образец оформления титульного листа

**Воронежский институт МВД России**

Кафедра радиотехнических средств и комплексов охранного мониторинга

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине: «Основы компьютерного проектирования и моделирования радиотехнических систем»

Тема: «Схемотехническое моделирование и анализ радиотехнического средства»

**Выполнил:** курсант Р15О1, «Специальные радиотехнические системы»,  
Иванов Иван Иванович

**Проверил:** доцент кафедры радиотехнических систем и комплексов охранного мониторинга к.т.н, доцент Петров Пётр Петрович

Оценена \_\_\_\_\_

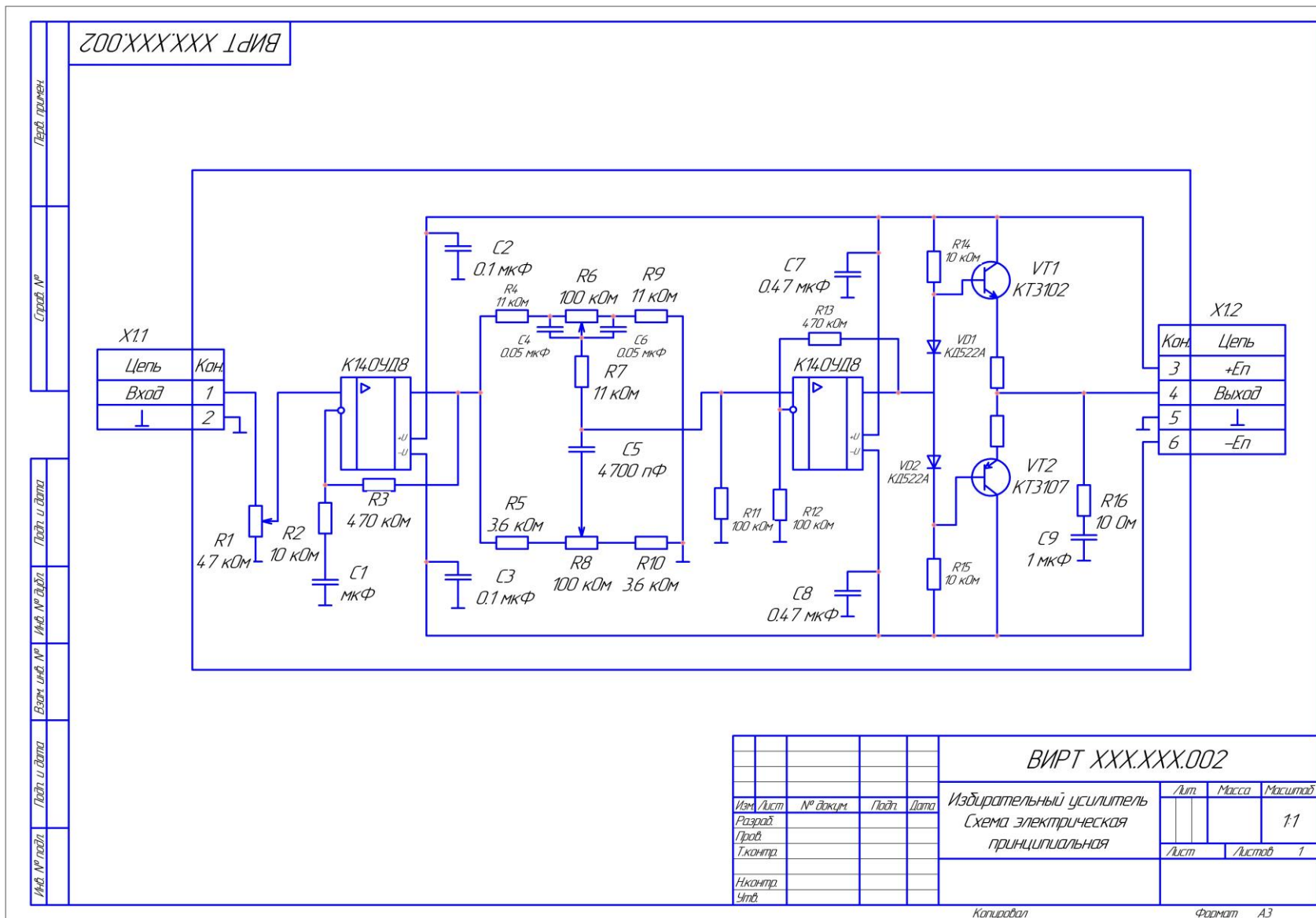
## Образец содержания контрольной работы

**СОДЕРЖАНИЕ**

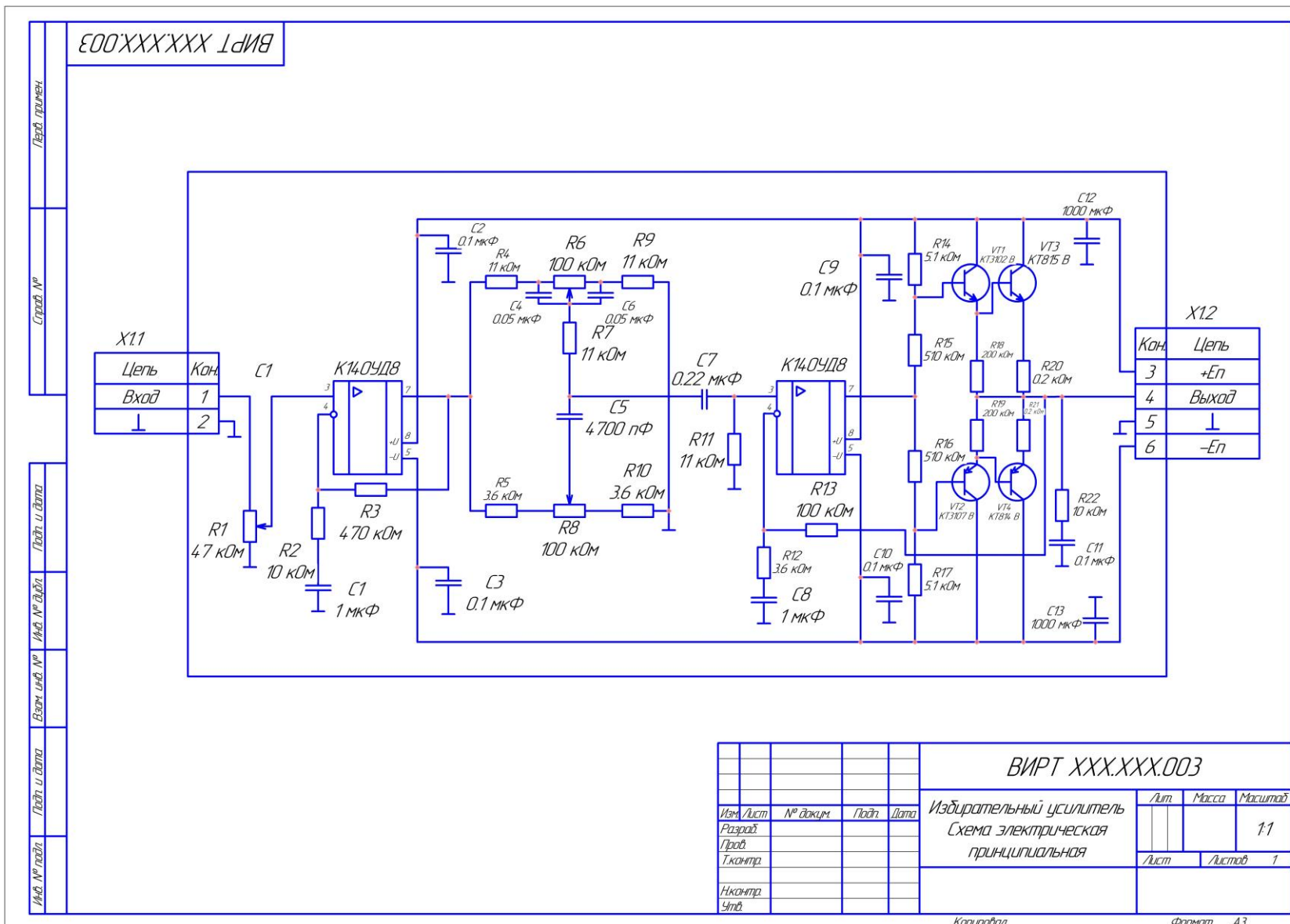
Введение.....	4
1. Анализ основных возможностей пакета программ схемотехнического моделирования.....	6
1.1 Общие положения.....	6
1.2. Виды обеспечения САПР.....	7
1.3. Основные принципы построения САПР.....	10
1.4. Системный подход к проектированию .....	12
1.5 Выбор программного обеспечения для проектирования радиоэлектронной системы.....	12
2. Схемотехническое моделирование РЭС.....	16
2.1 Описание процесса подготовки радиоэлектронного средства к моделированию.....	16
2.2 Моделирование статические характеристик.....	16
2.3 Моделирование динамические характеристик.....	18
2.4 Моделирование частотных характеристик.....	20
Заключение.....	22
Список литературы.....	23
Приложение 1 Чертеж схемы электрической принципиальной избирательного усилителя (вариант №22).....	25
Приложение N	

Варианты заданий к работе

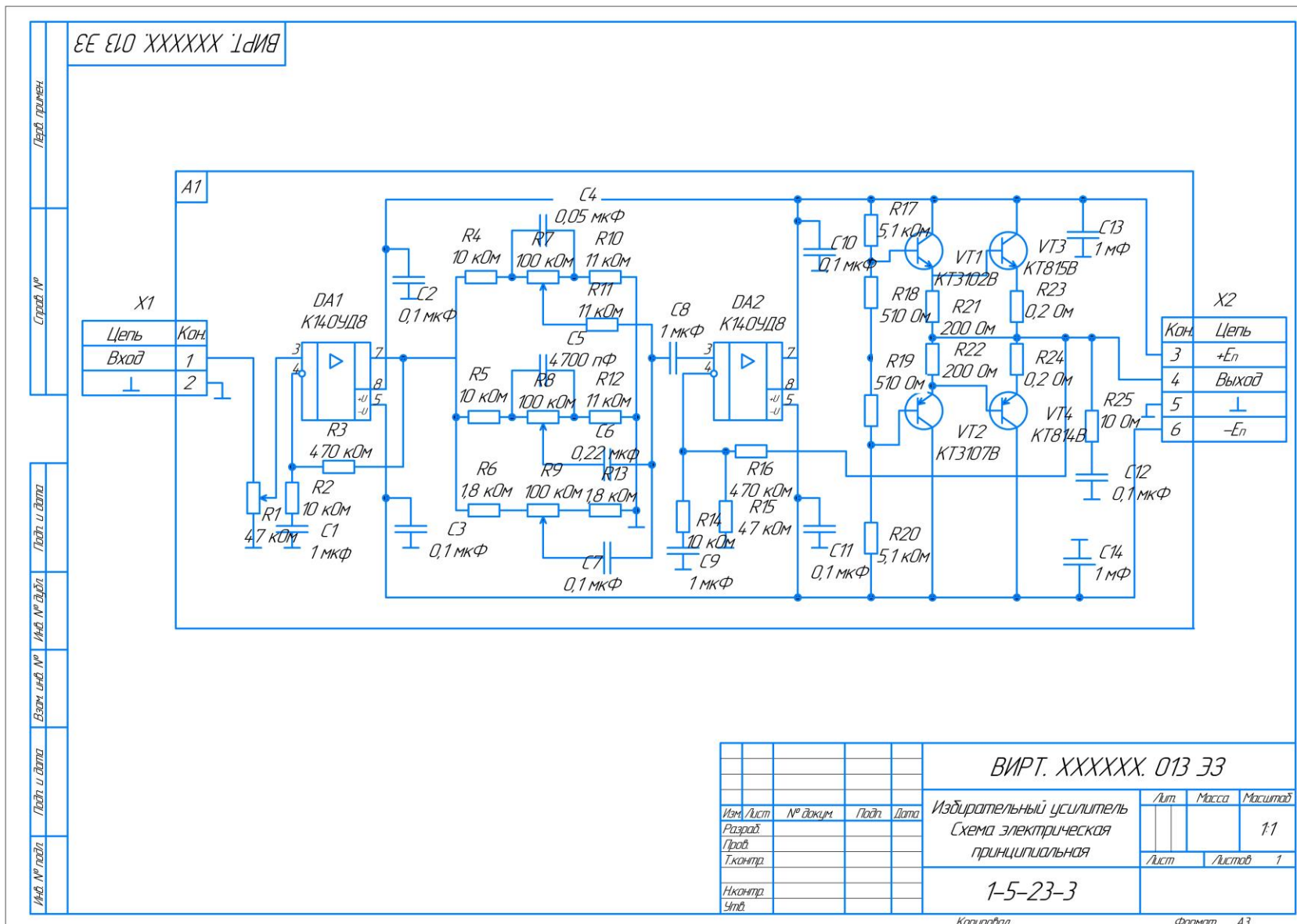
Вариант №1



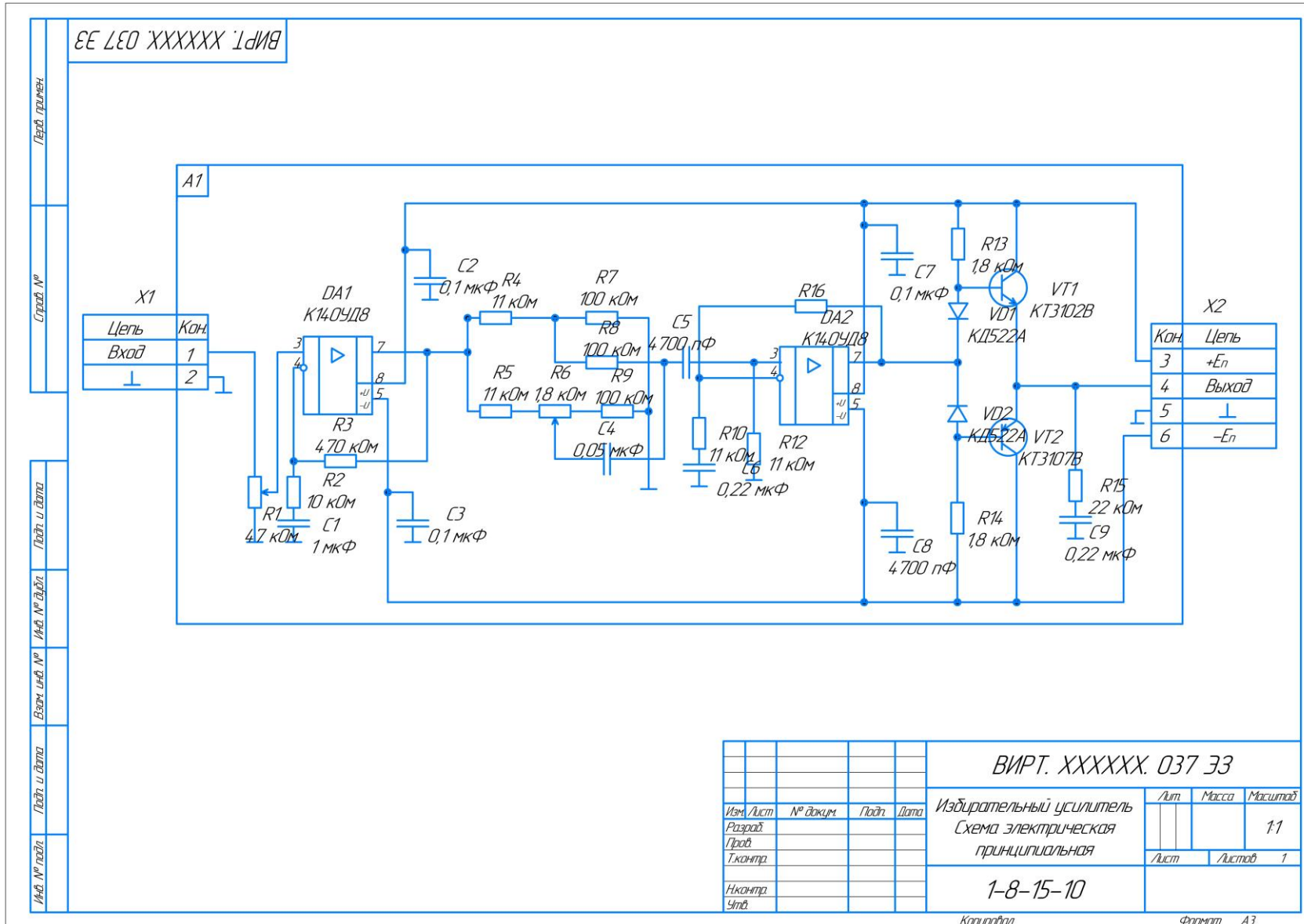
Вариант №2



Вариант №3



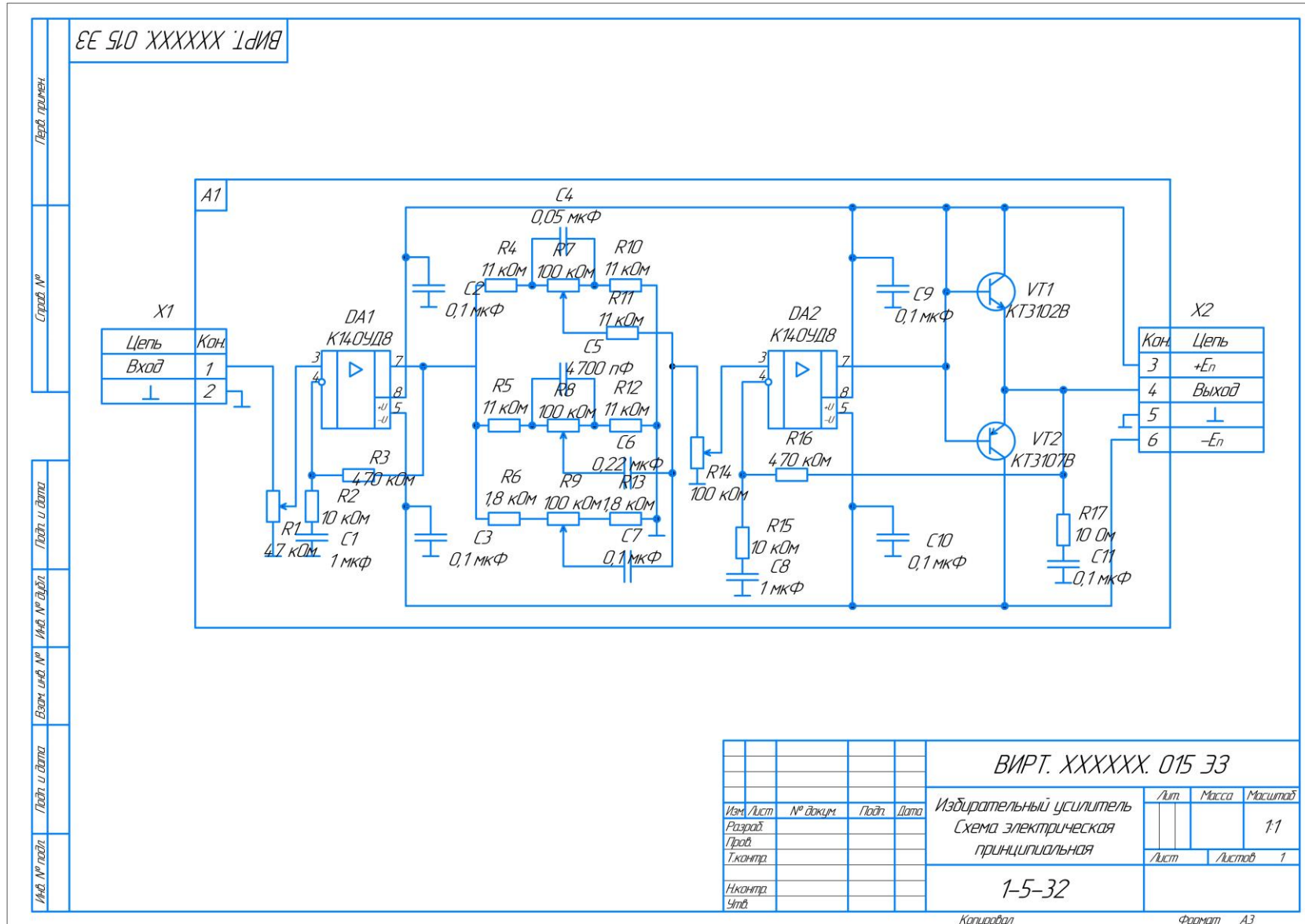
Вариант №4



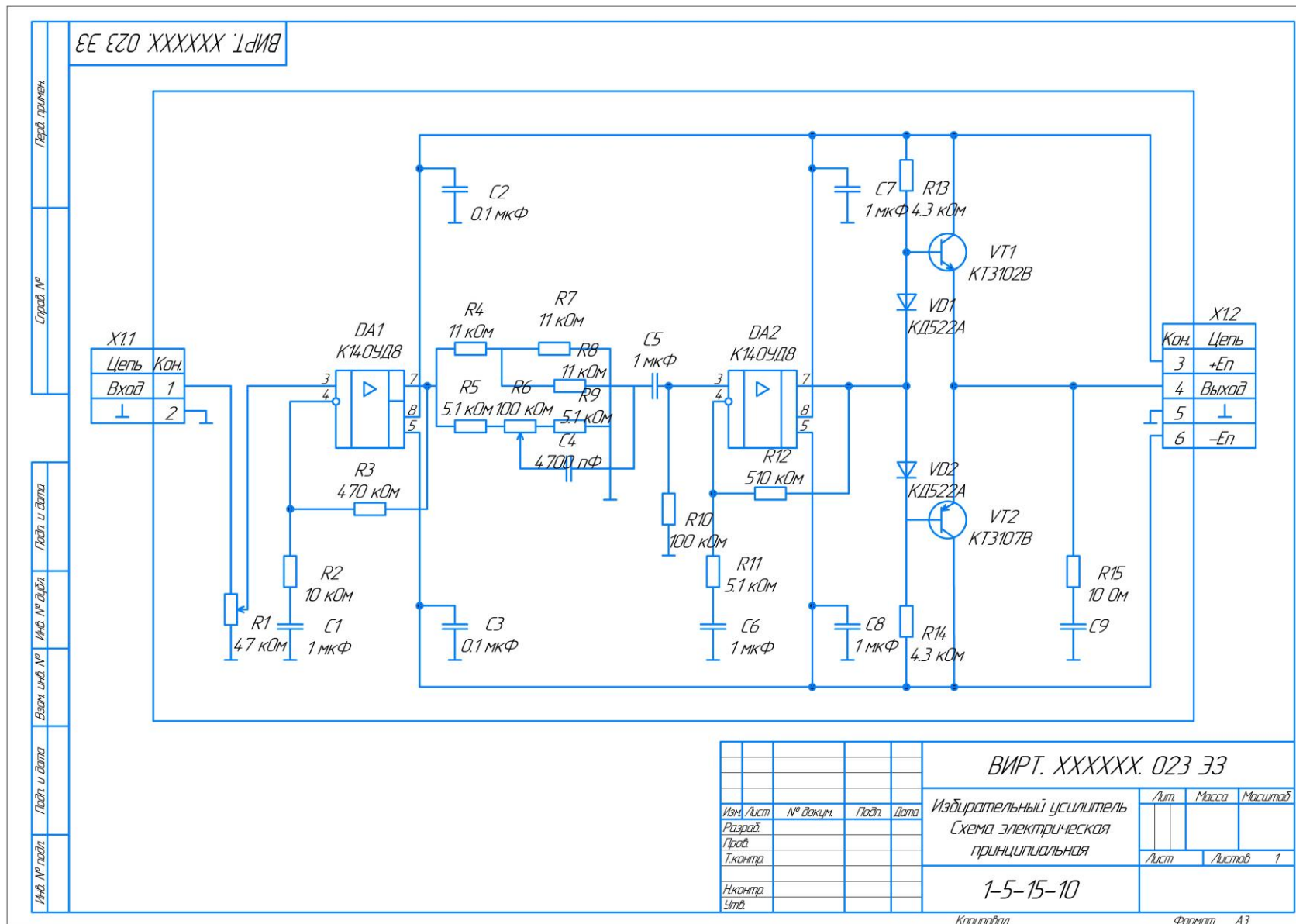




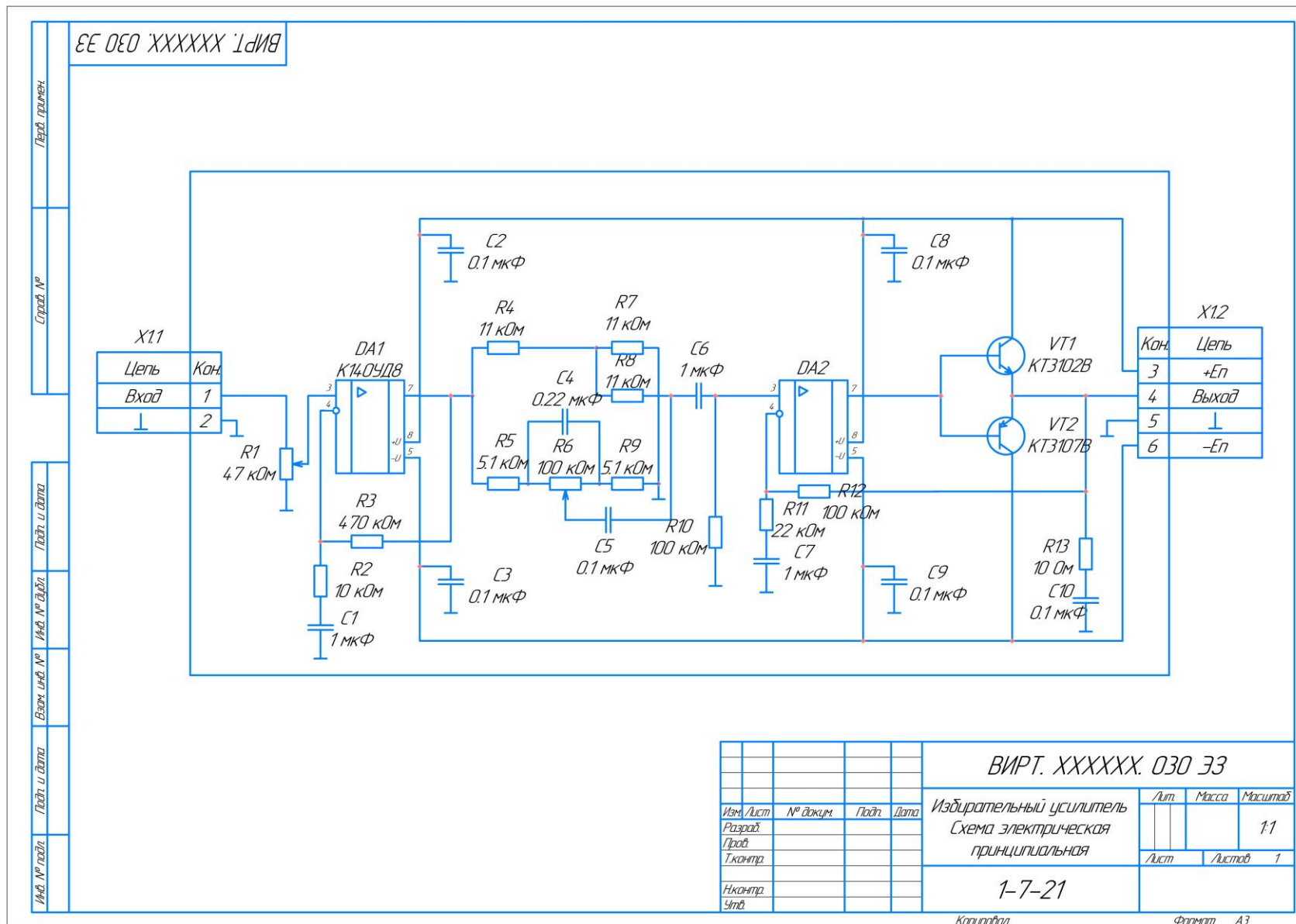
Вариант №6



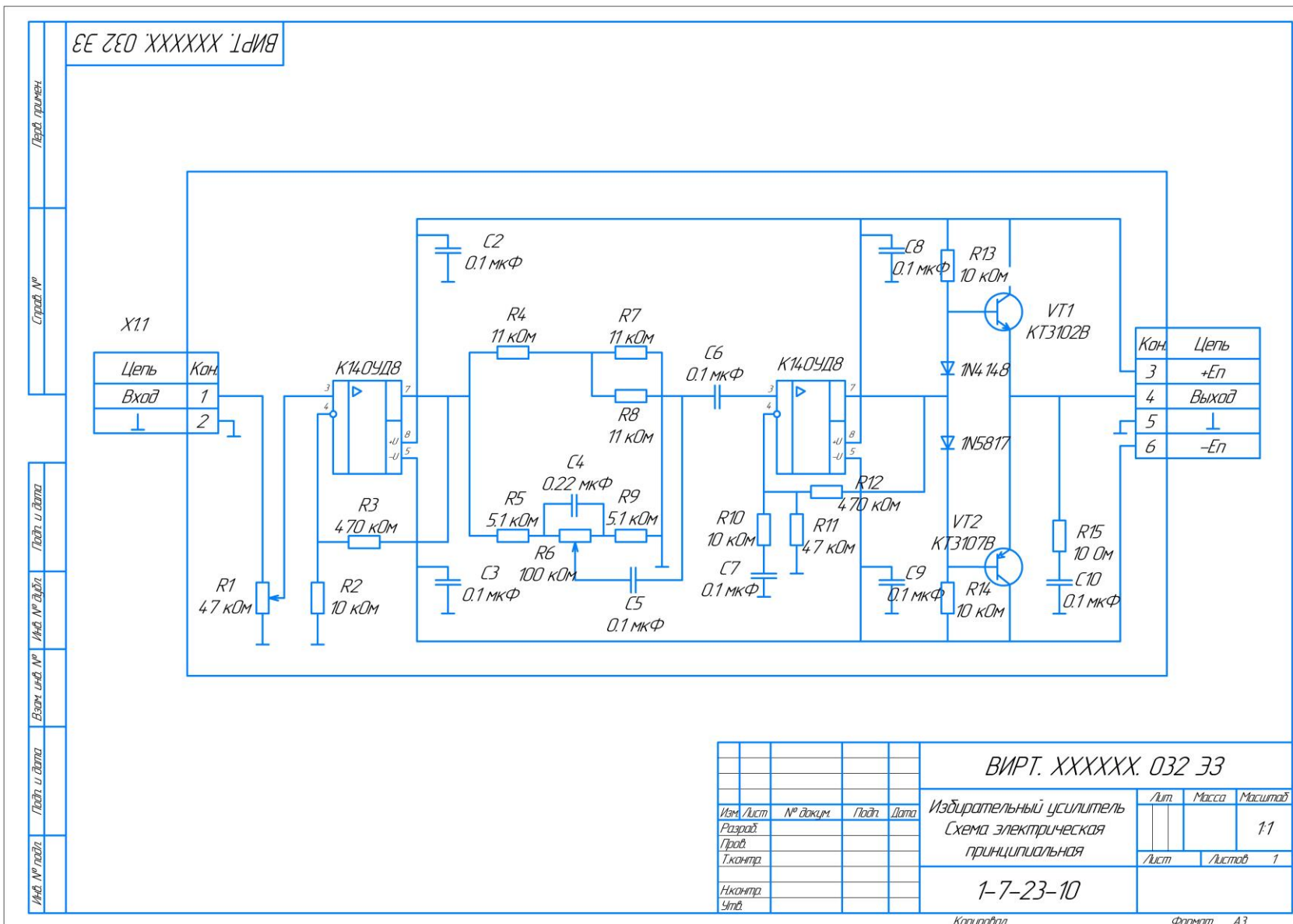
Вариант №7



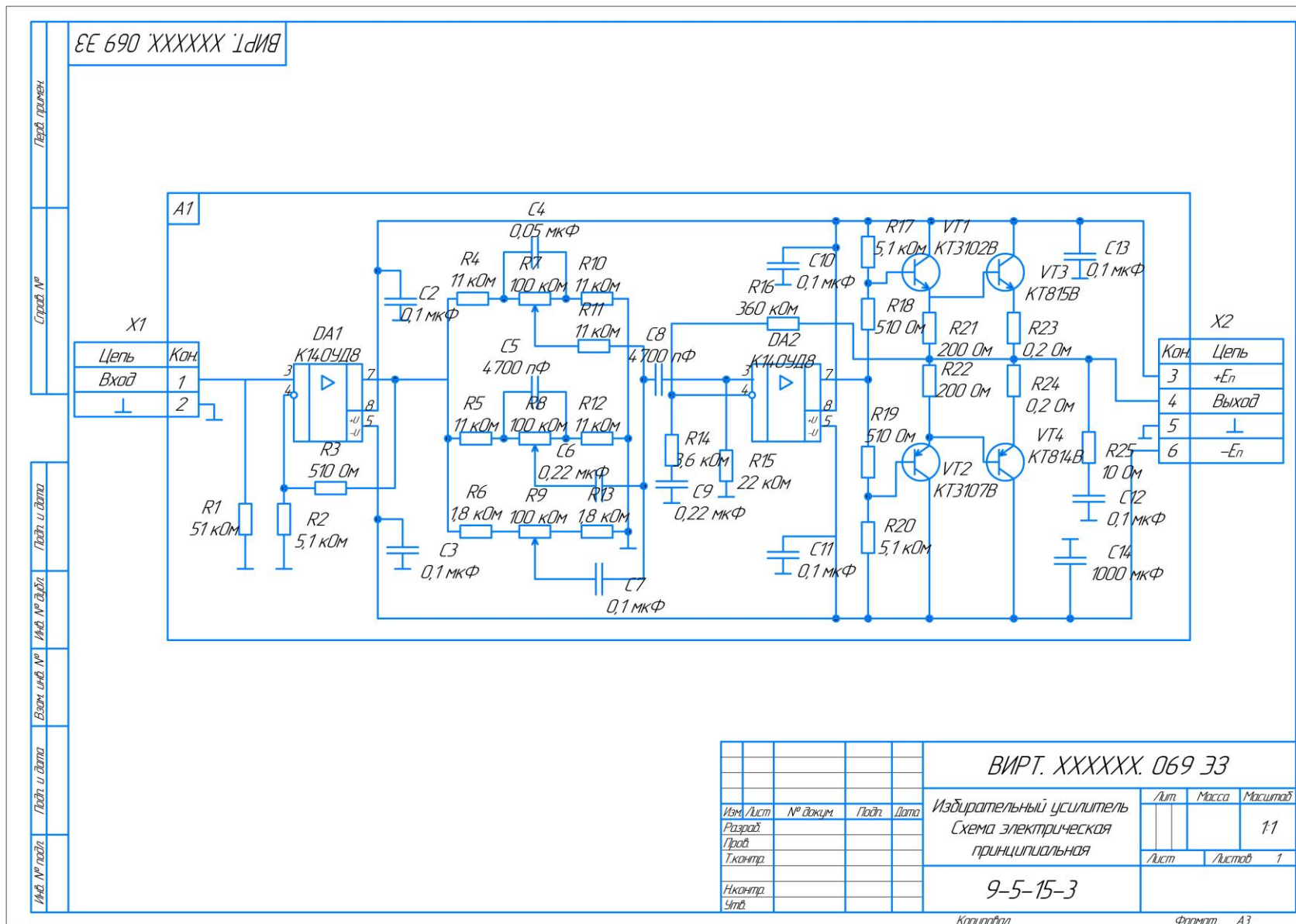
Вариант №8



Вариант №9

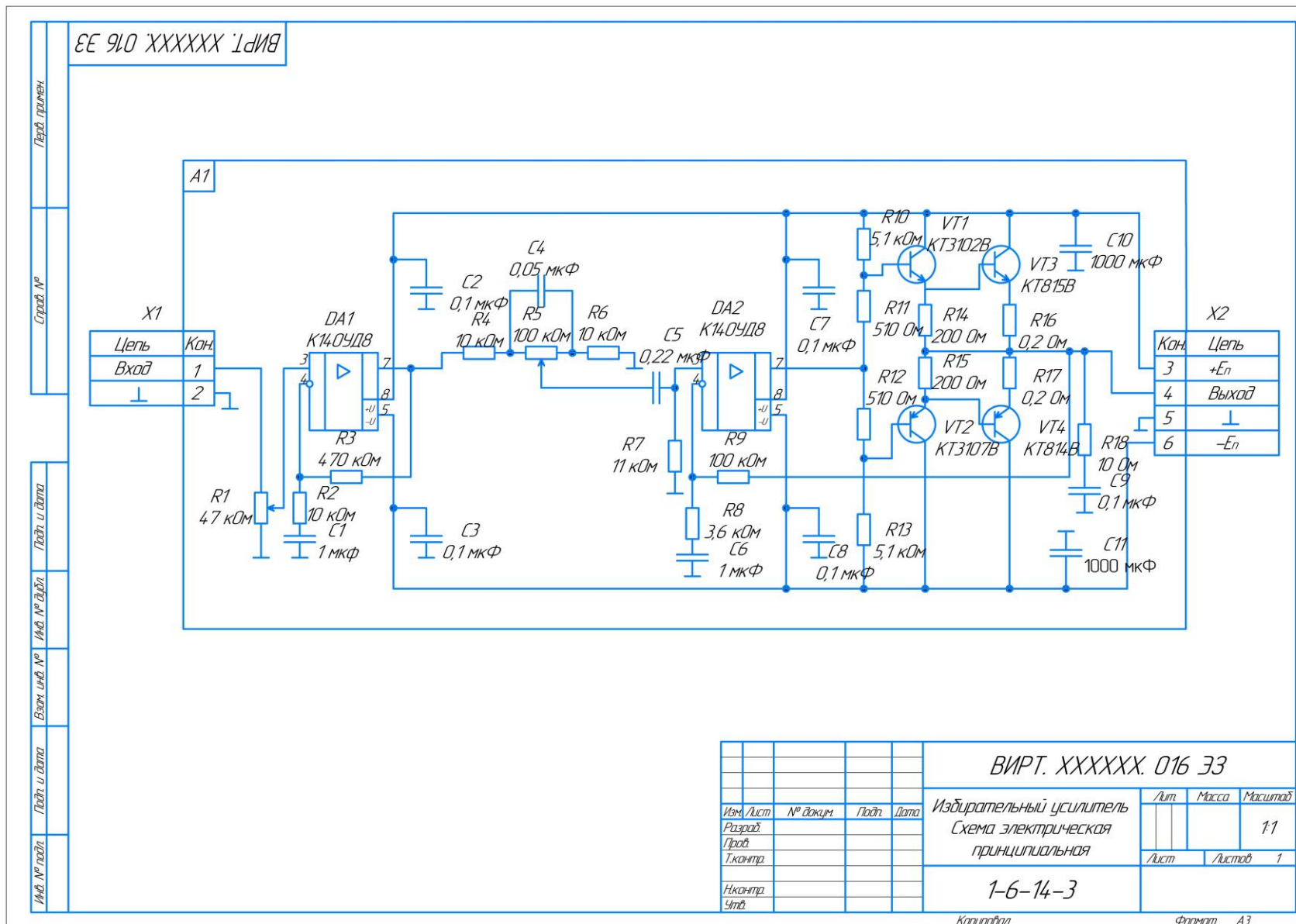


Вариант №10

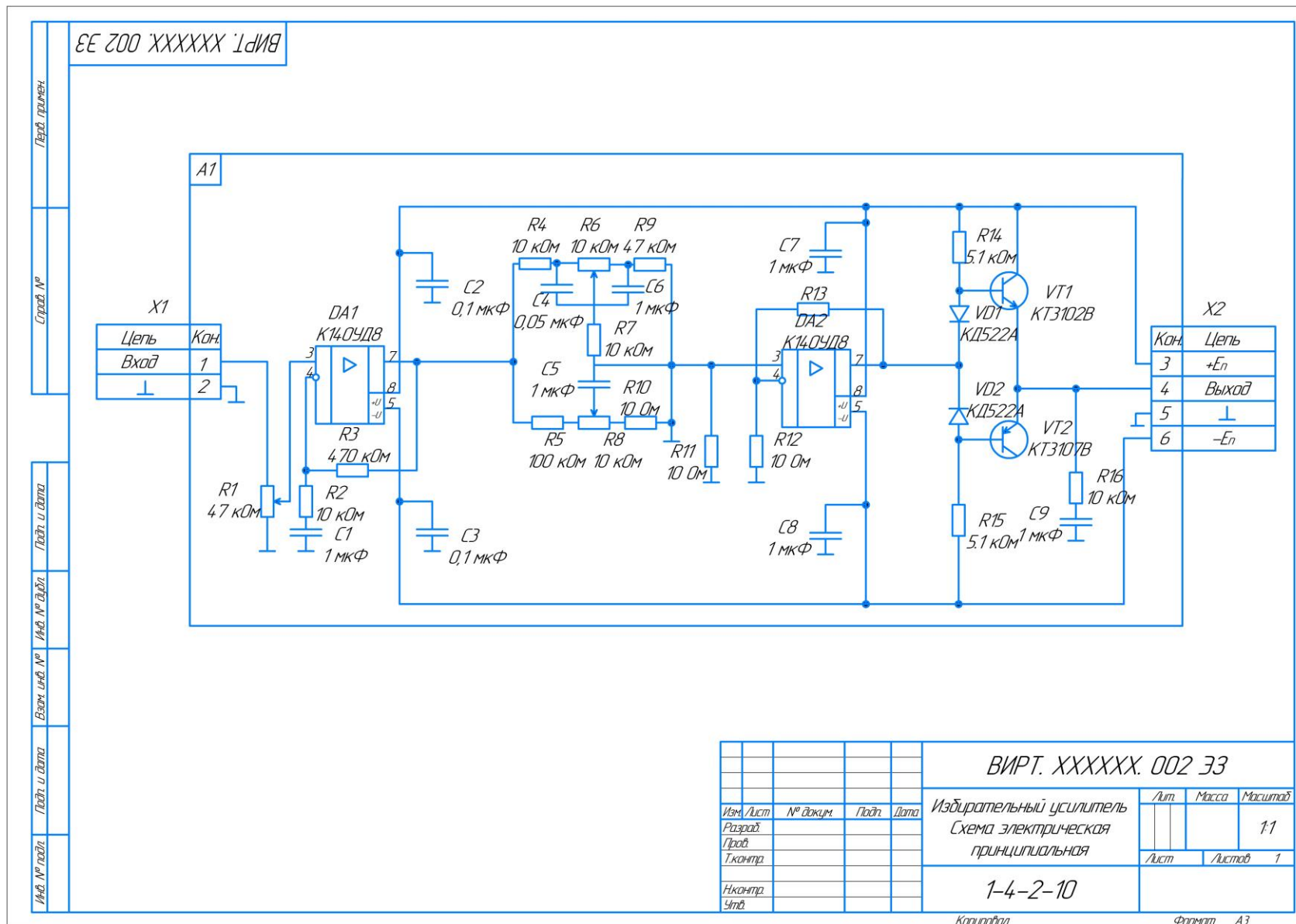




Вариант №11

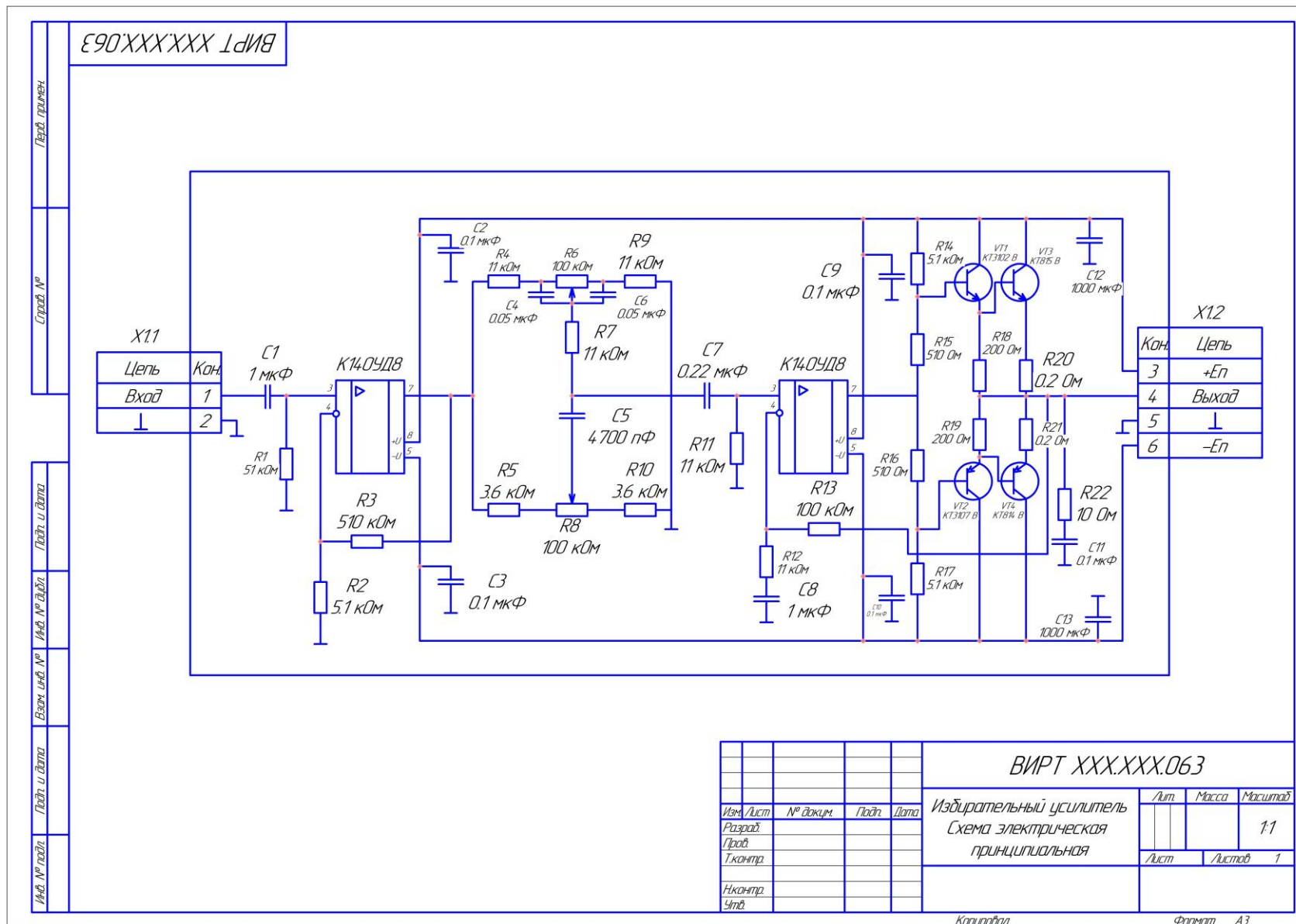


Вариант №12

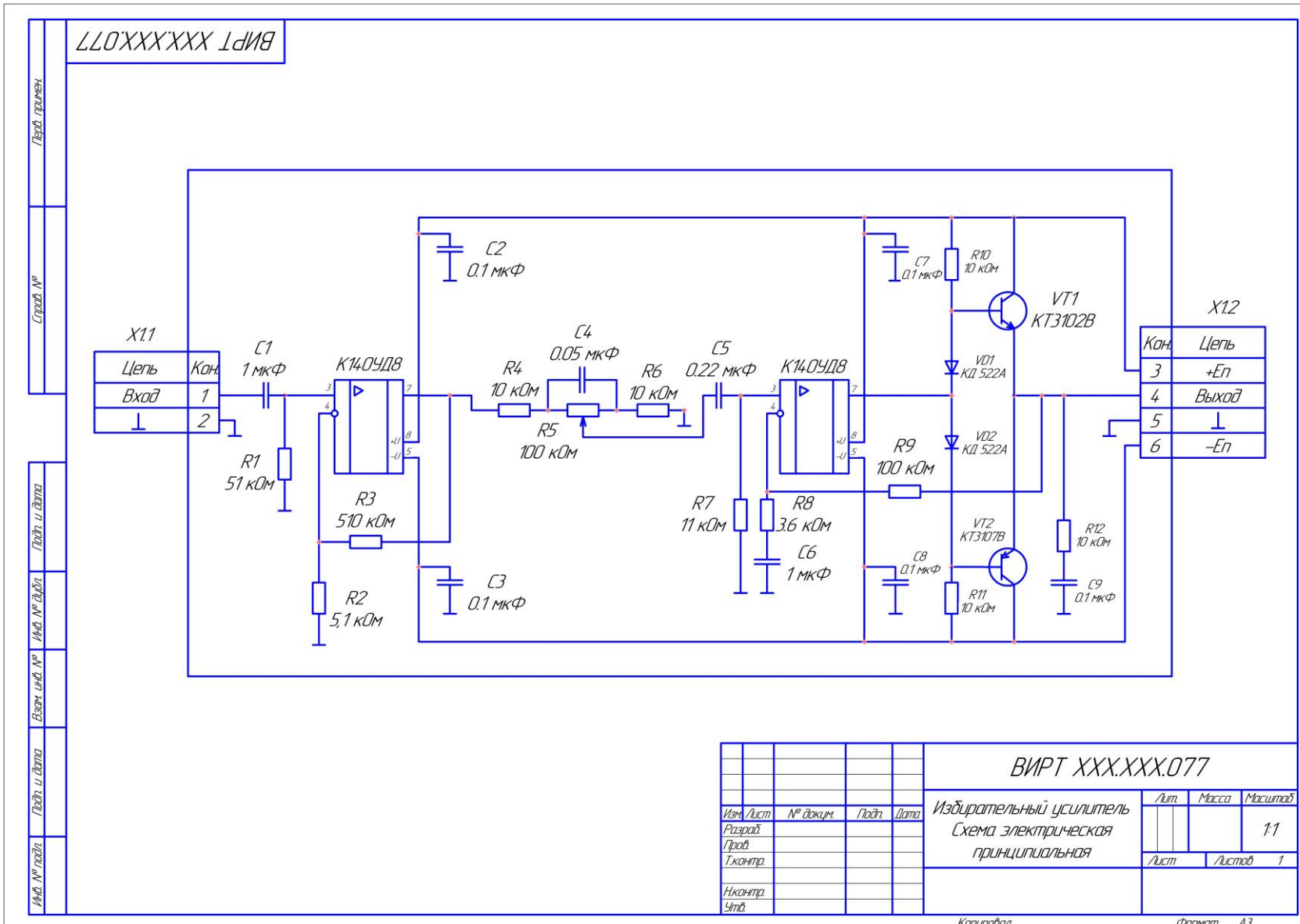




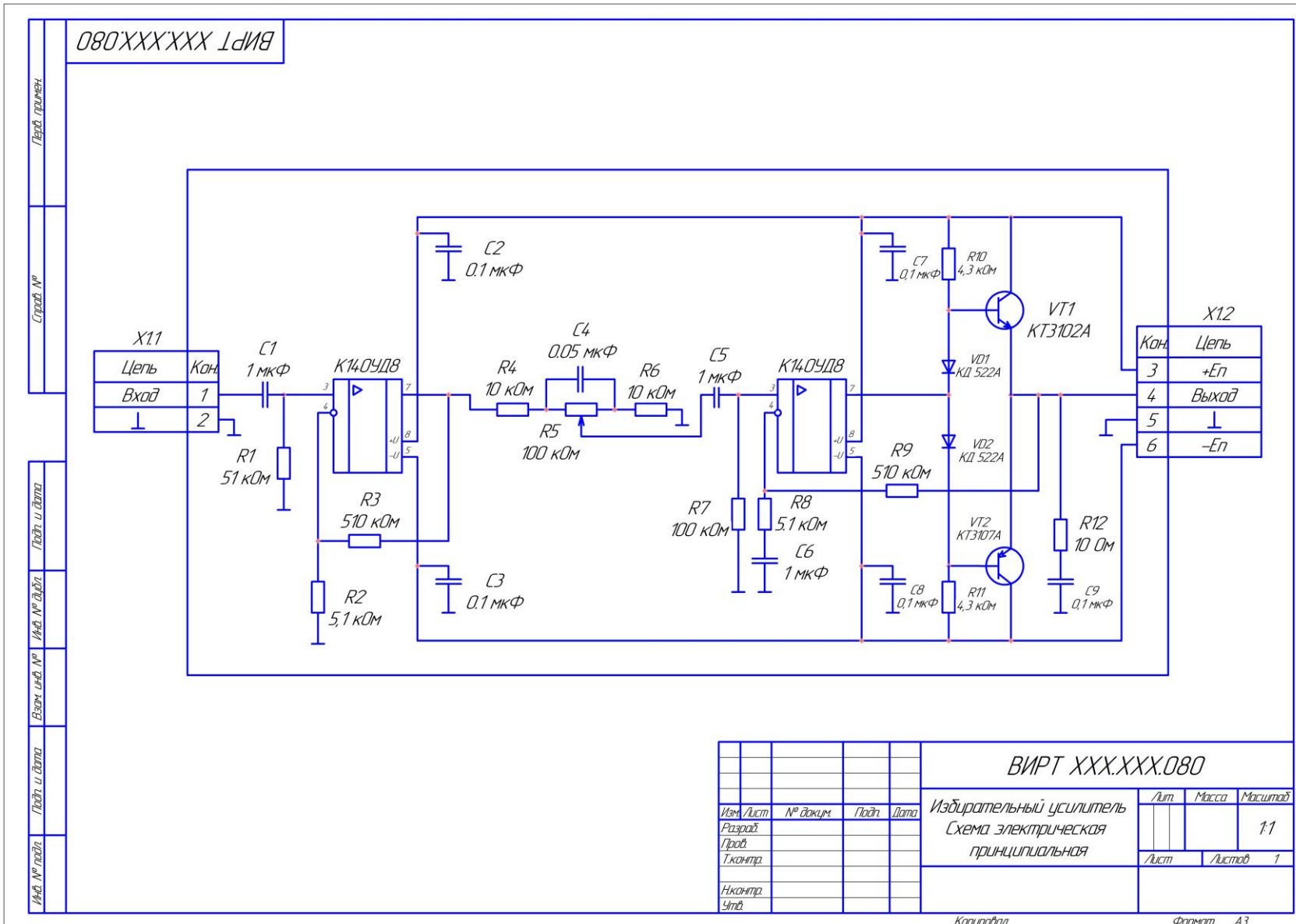
Вариант №13



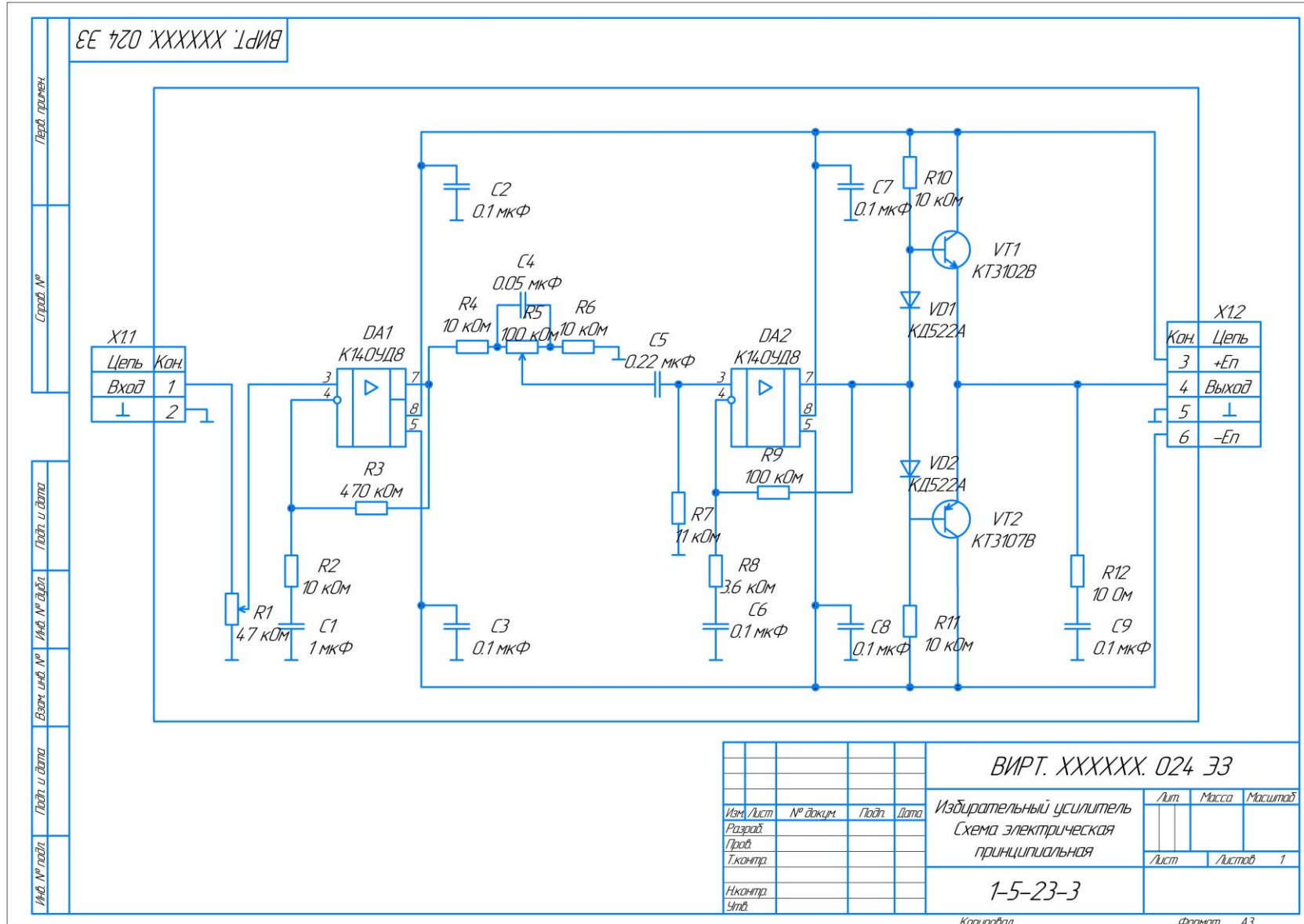
Вариант №14



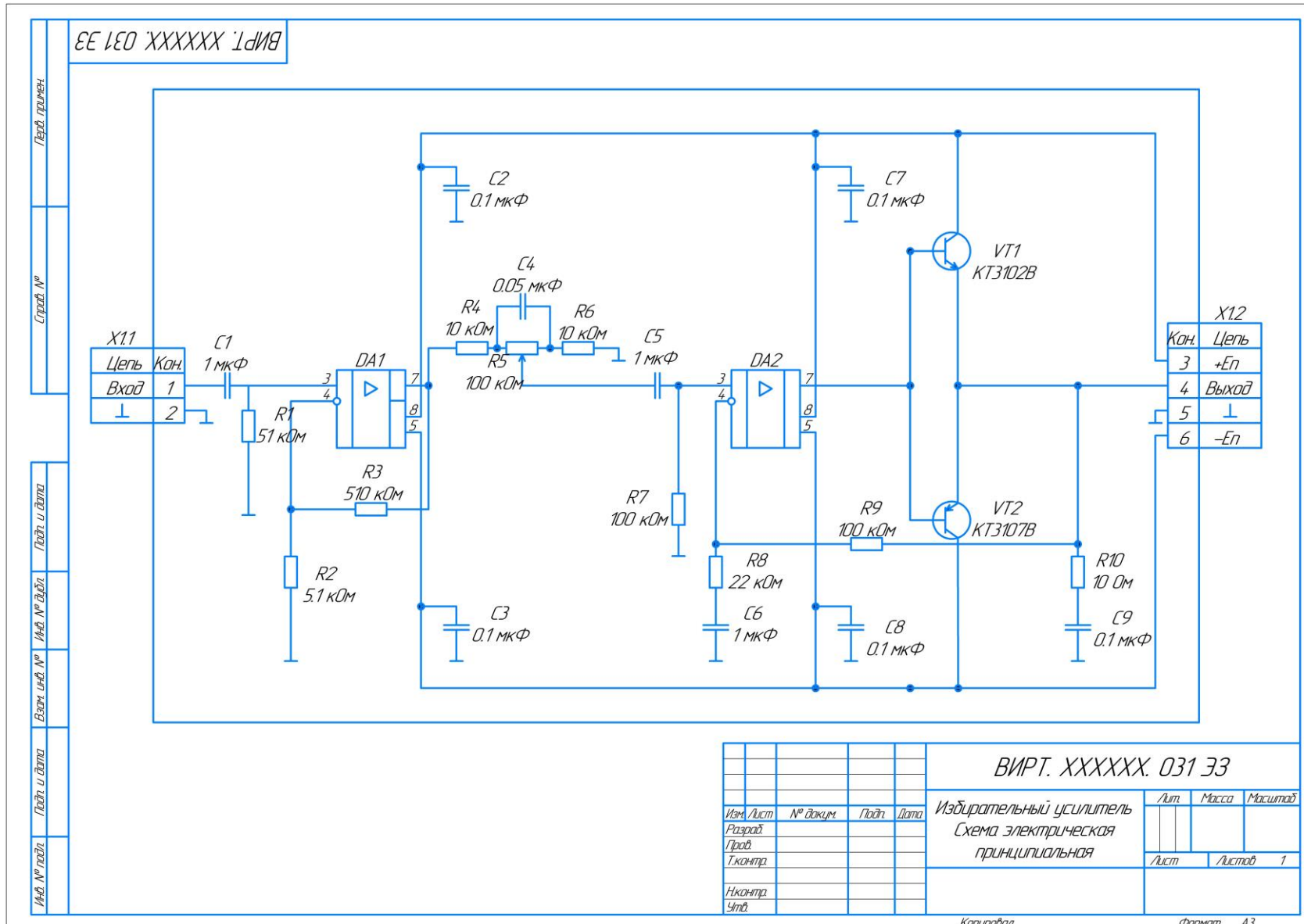
Вариант №15



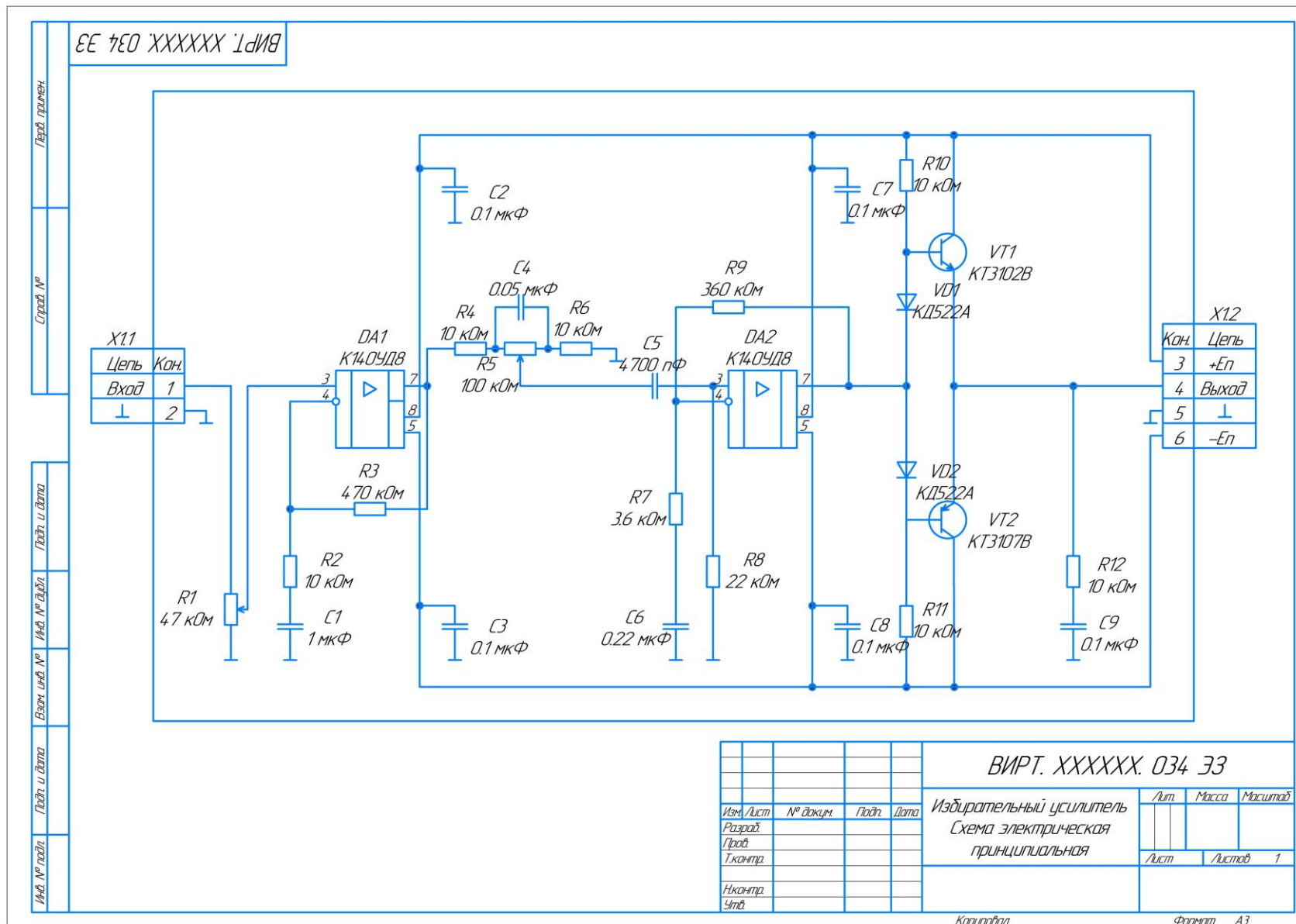
Вариант №16



Вариант №17



Вариант №18



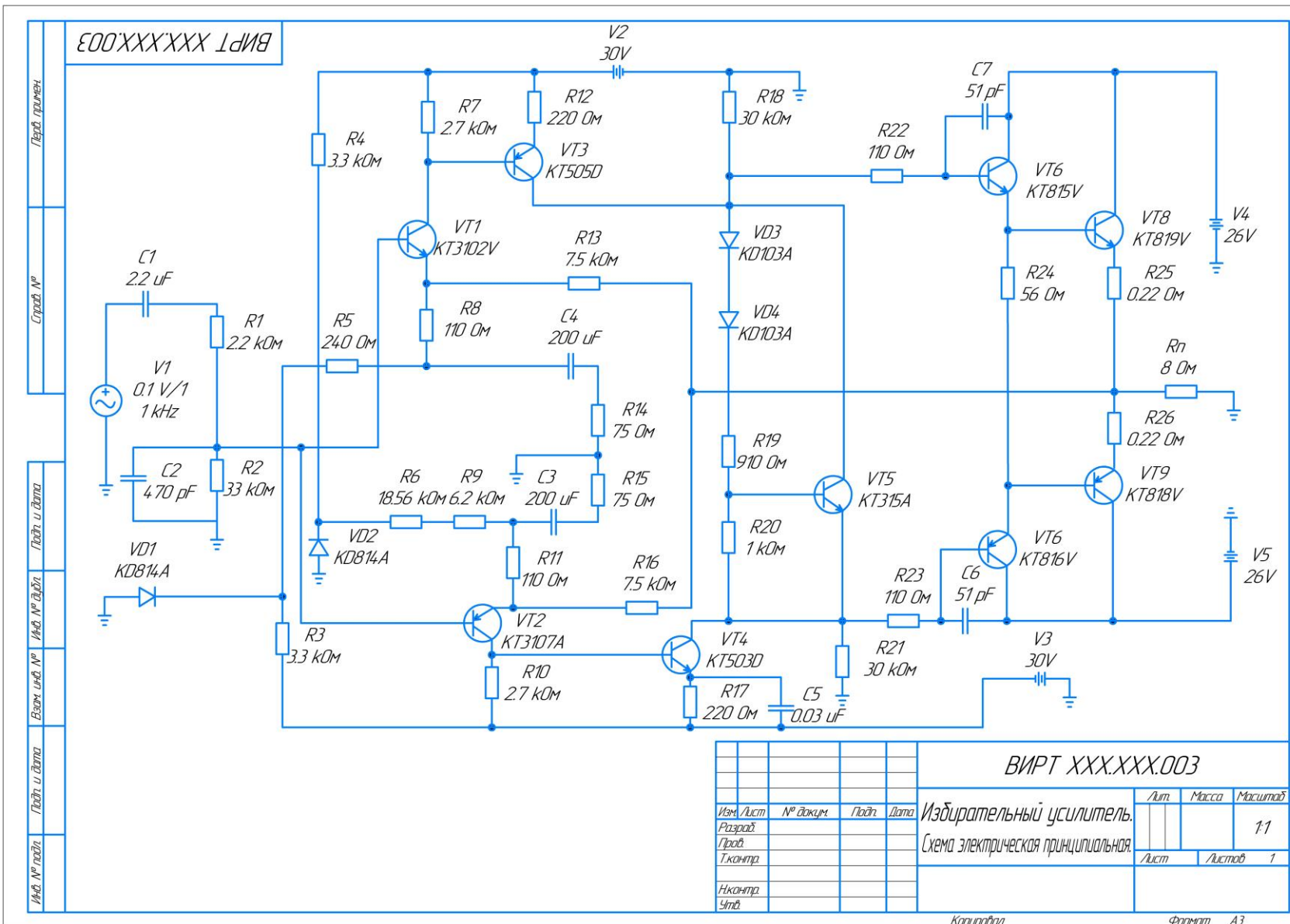








Вариант №21



ВИРТ XXX.XXX.003

Перв. примен.

Спроект. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

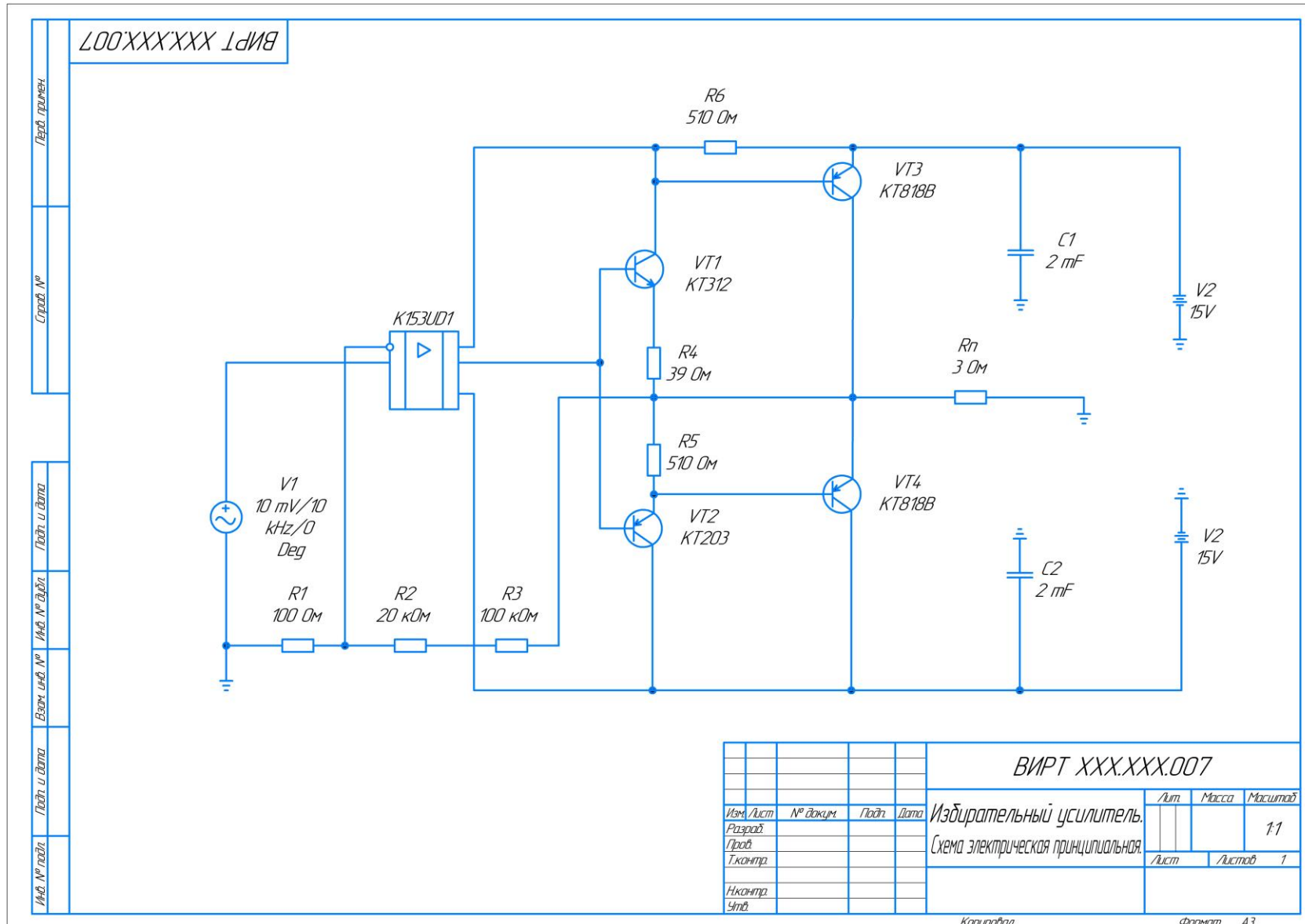
ВИРТ XXX.XXX.003			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ			
Проект			
Технича			
Исполн			
Умб			
Избирательный усилитель.			Лит
Схема электрическая принципиальная.			Масса
			Масштаб
			1:1
			Лист
			Листов 1

Копирован

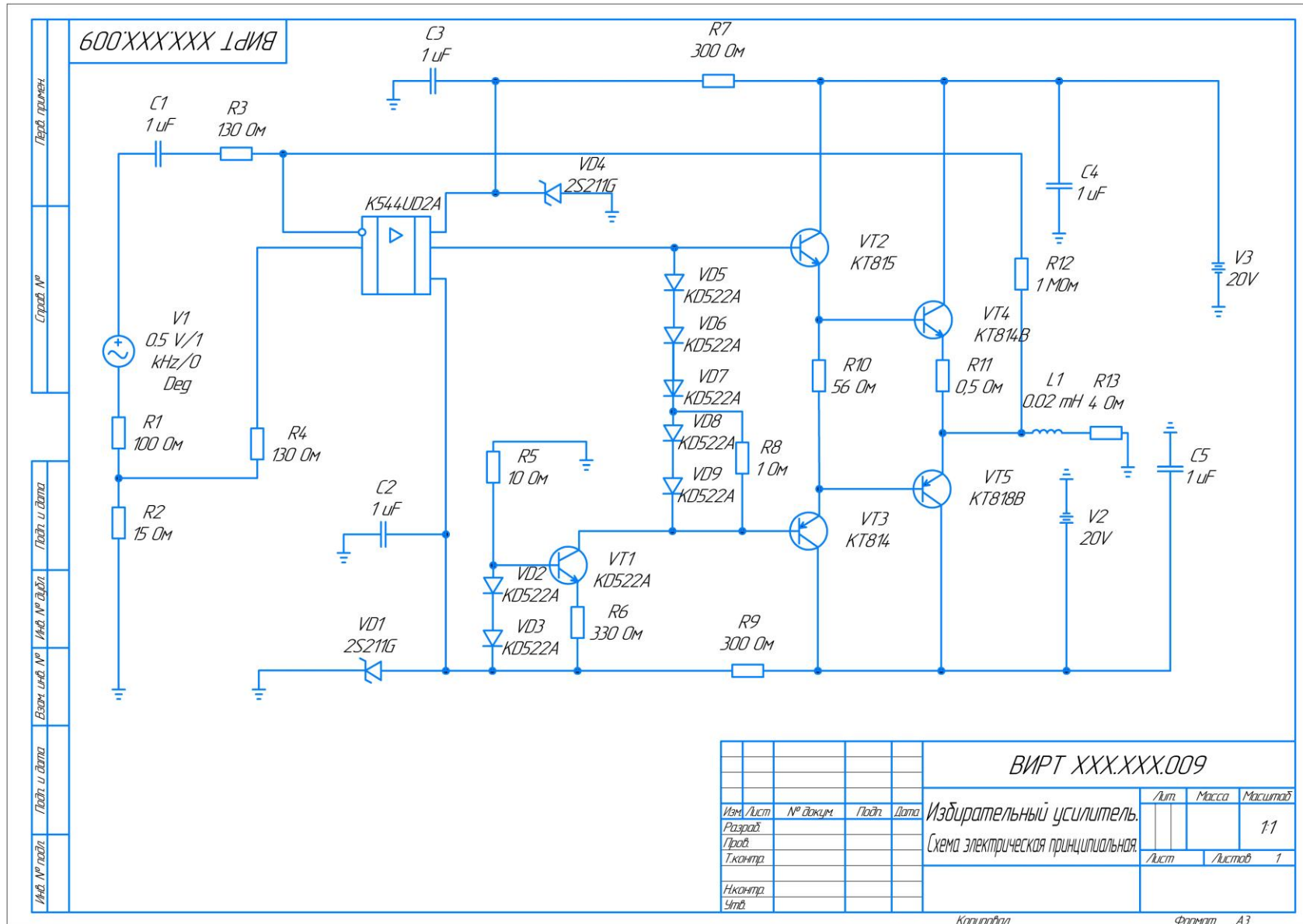
Формат А3



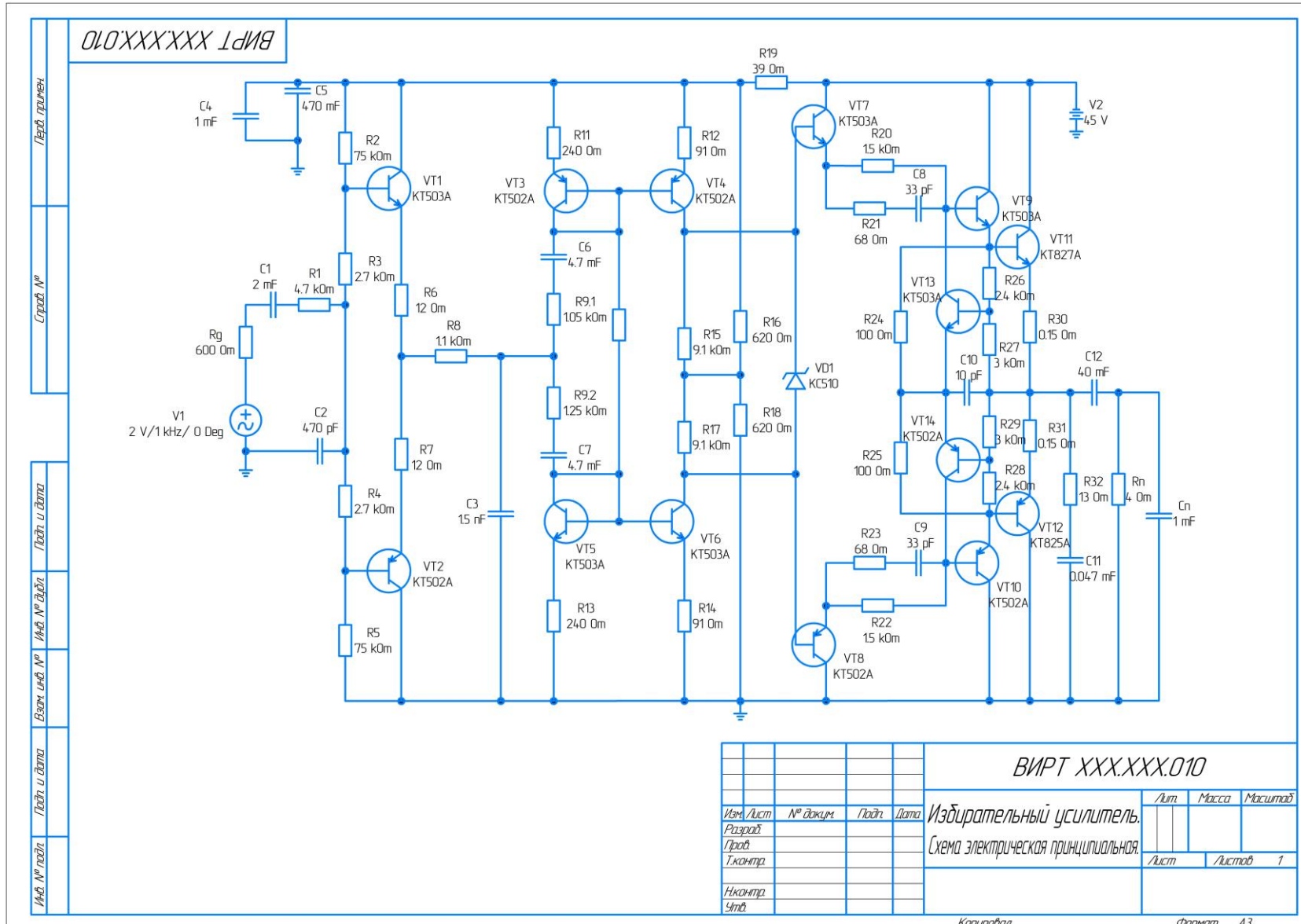
Вариант №23



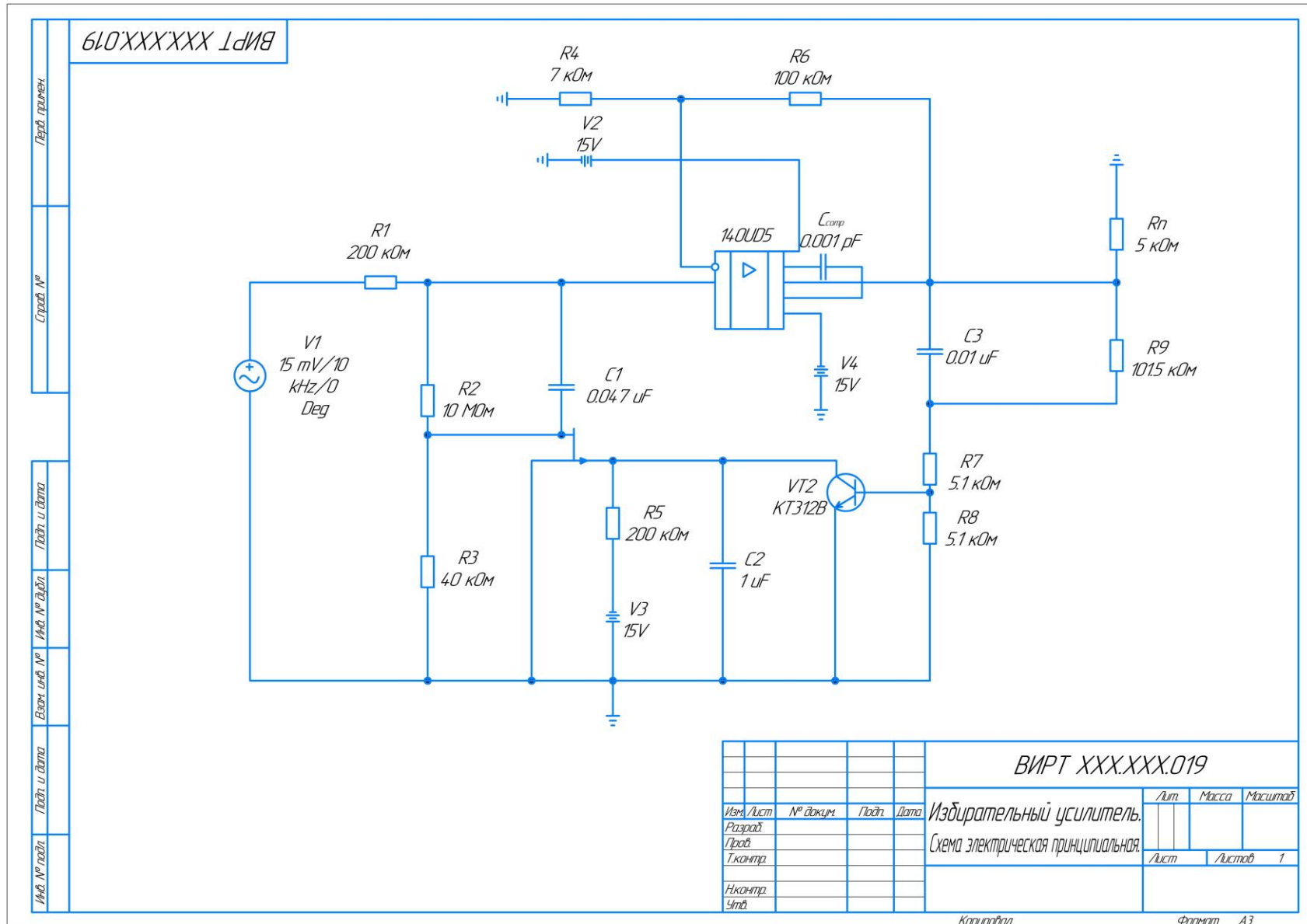
Вариант №24



Вариант №25



Вариант №26



Перв. примен.

Спроб. №

Подп. и дата

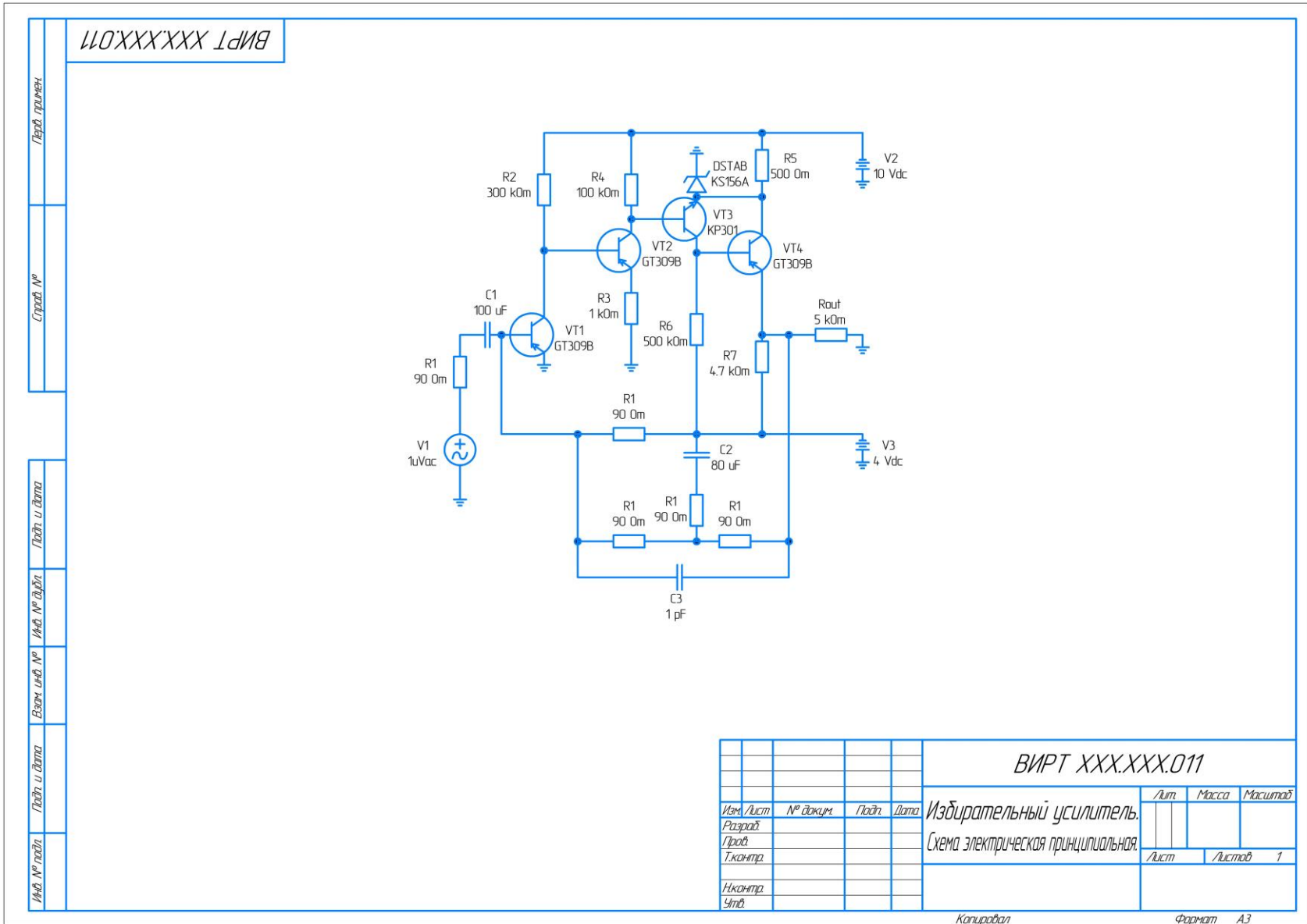
Инд. № дубл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

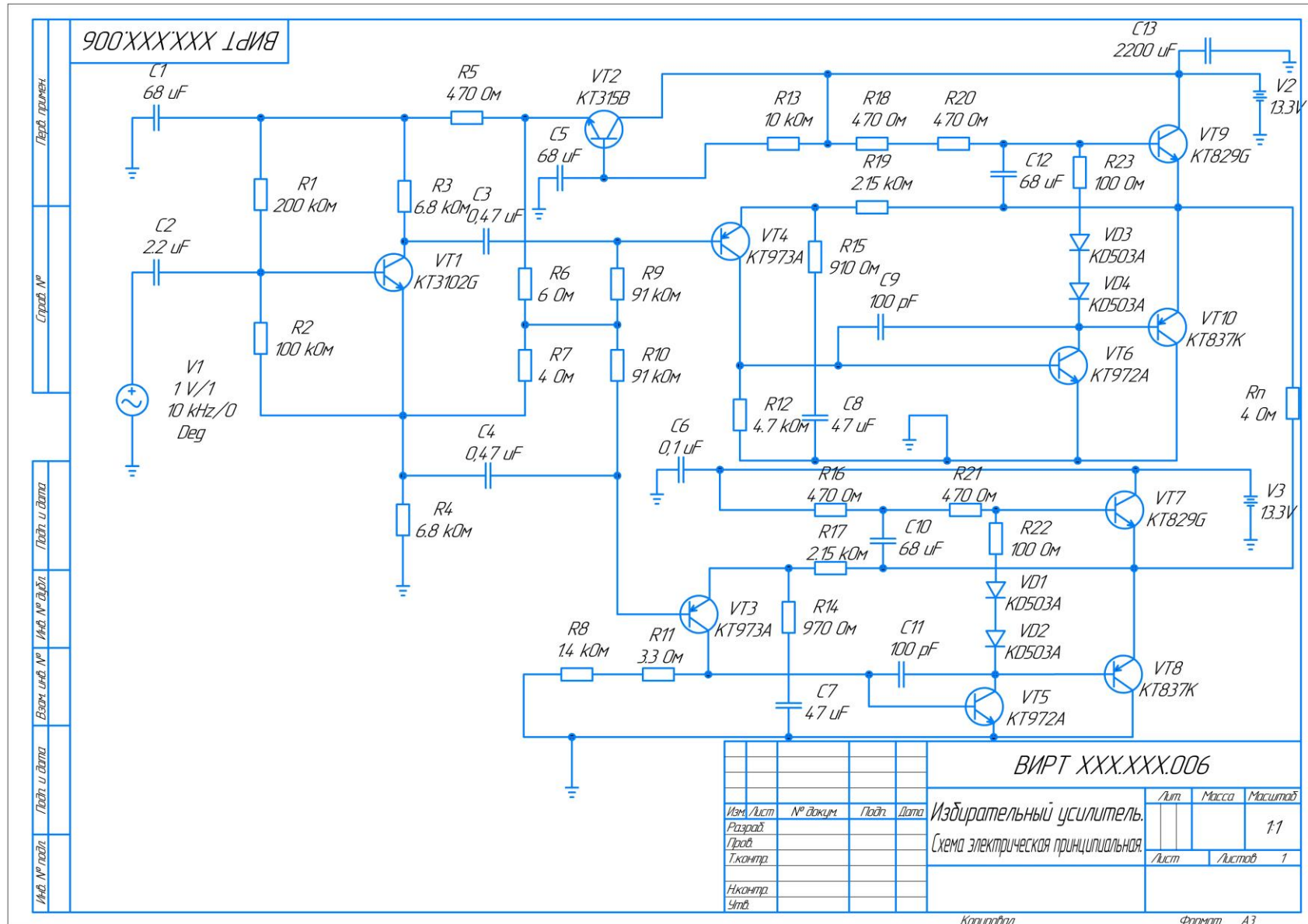
Инд. № подл.

Вариант №27



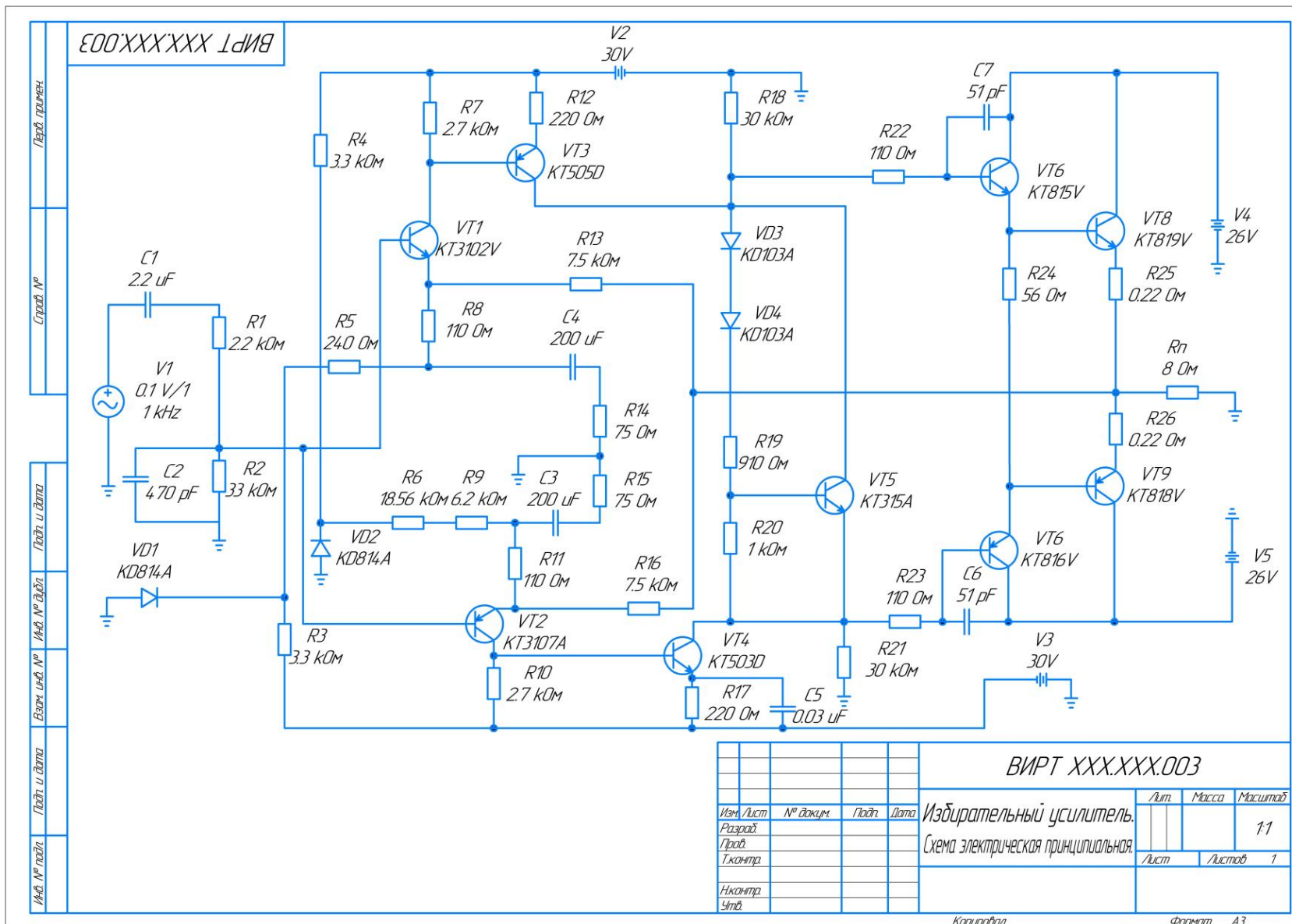


Вариант №28



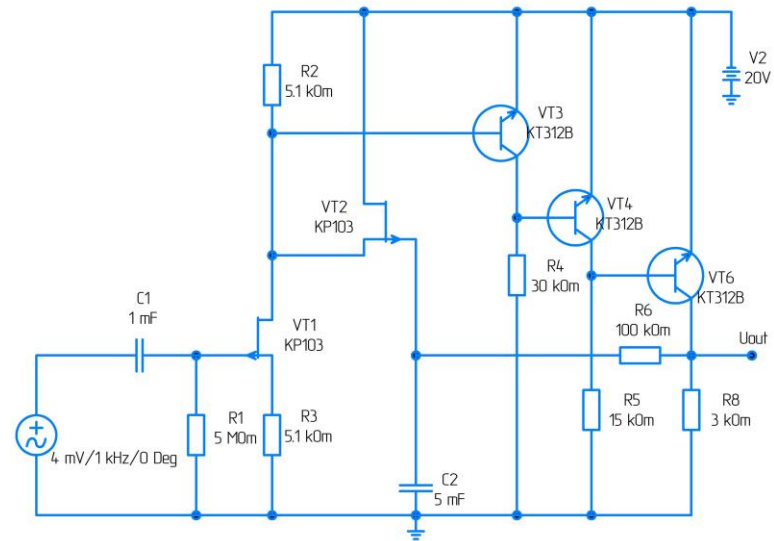


Вариант №29



Вариант №30

ВИРТ XXX.XXX.002



Перв. примен.

Спроед. №

Лист и дата

Инд. № дробл.

Взам. инд. №

Лист и дата

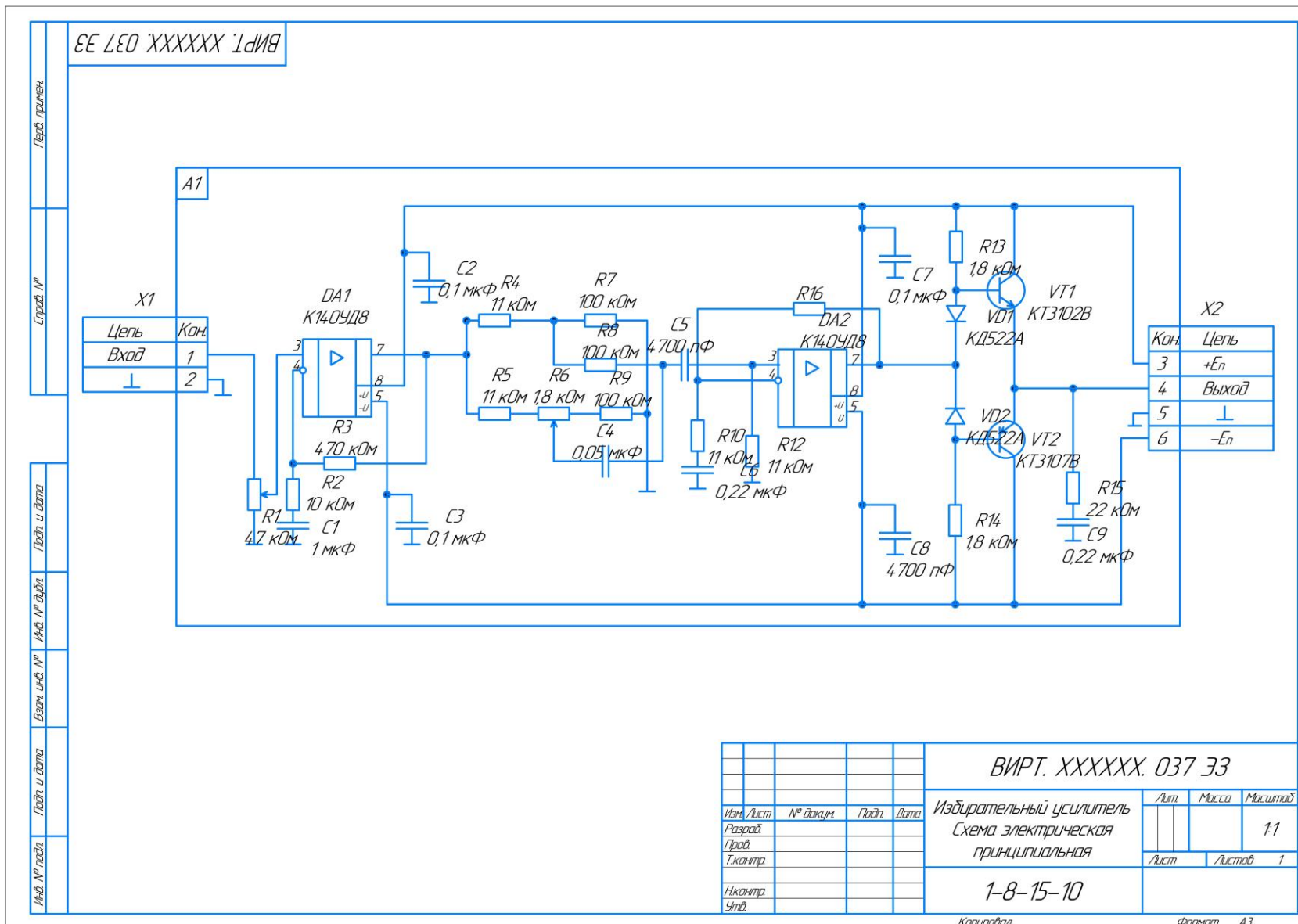
Инд. № подл.

				ВИРТ XXX.XXX.002				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Издирательный усилитель.	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.					Схема электрическая принципиальная.			
Проб.						Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

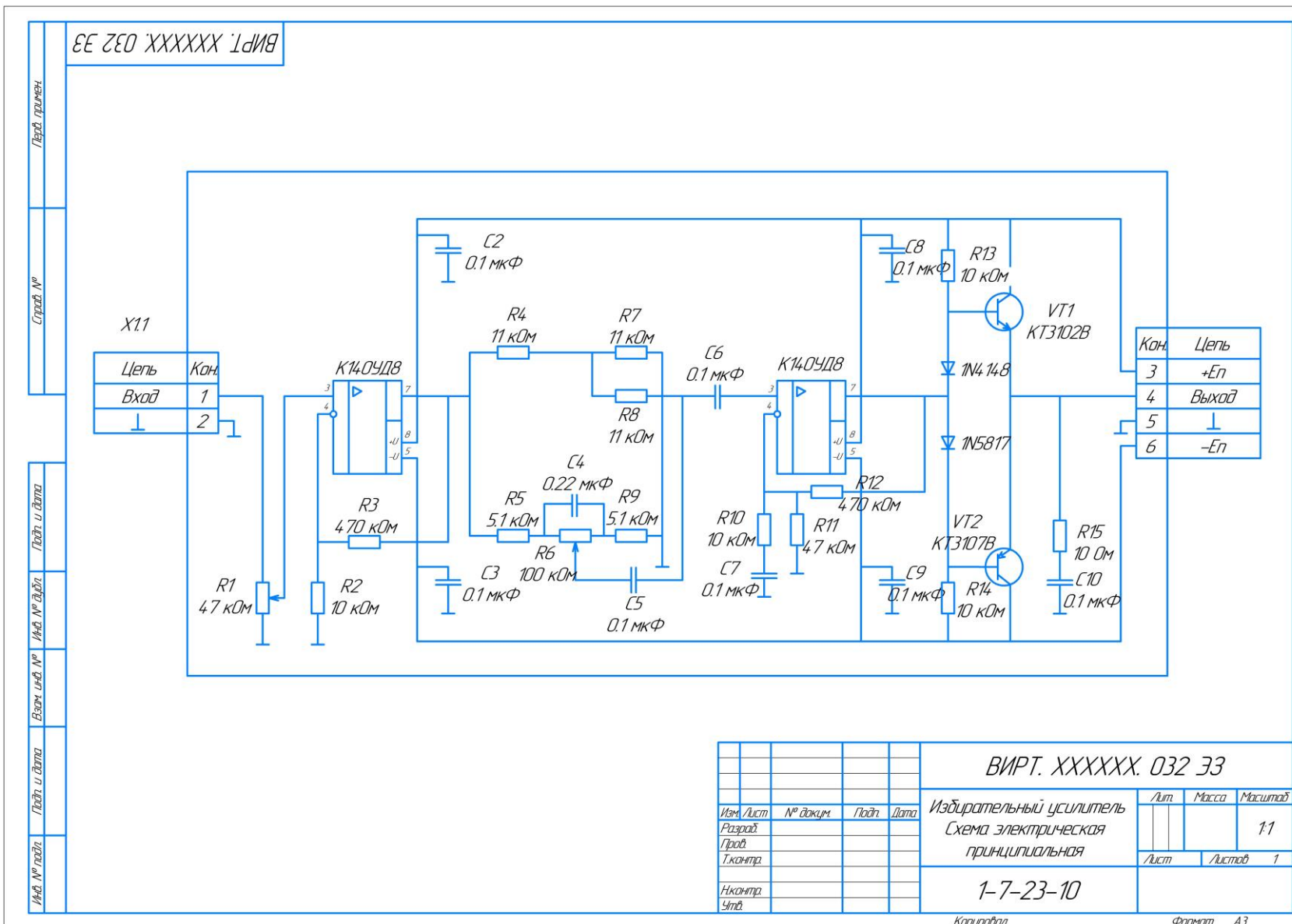
Копировал

Формат А3

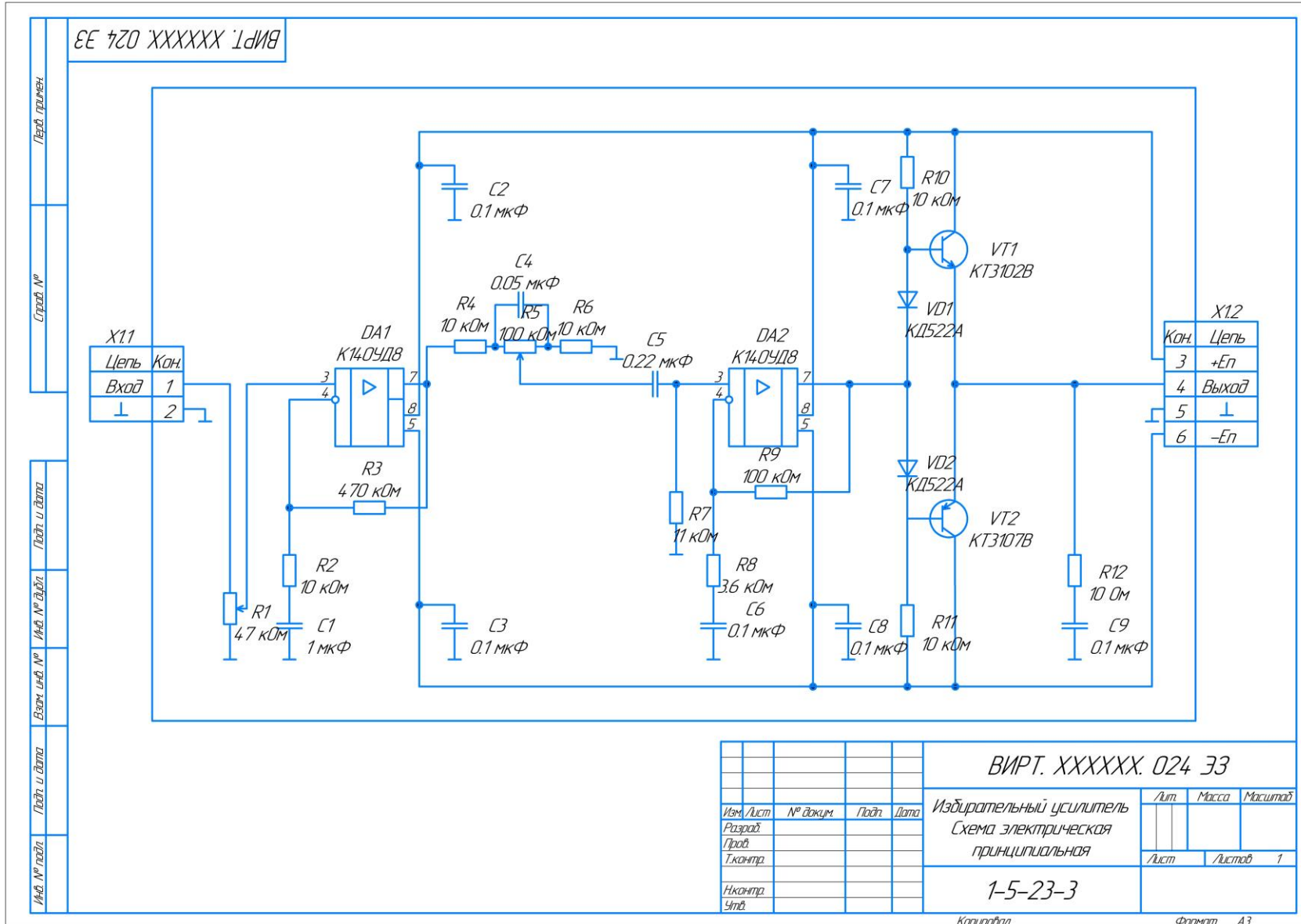
Вариант №31



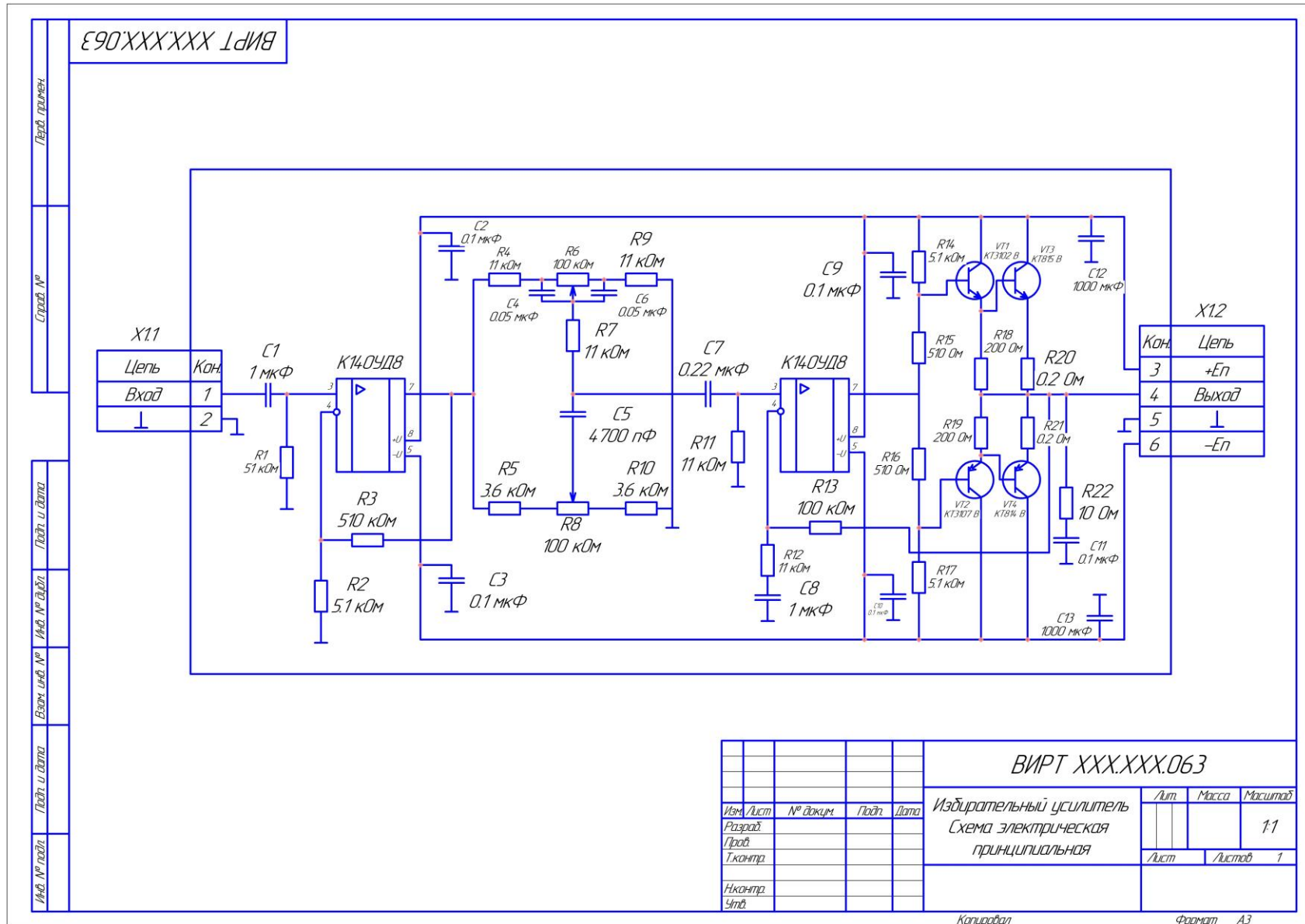
Вариант №32



Вариант №33



Вариант №34



## Образец задания к контрольной работе

**ЗАДАНИЕ**

на контрольную работу  
рядовому полиции Иванову Ивану Ивановичу

- 1. Тема:** «Схемотехническое моделирование и анализ радиотехнического средства».
- 2. Цель контрольной работы:** формирование умений использования методики автоматизированного проектирования и схемотехнического моделирования узлов и блоков радиотехнических средств (РТС) с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР).
- 3. Срок сдачи законченной контрольной работы:** 28 ноября 2017 г.
- 4. Исходные данные к работе:**
  - 4.1. Схема электрическая принципиальная РТС согласно варианта задания № 7.
  - 4.2. Напряжение питания 30, В.
  - 4.3. Параметры входного сигнала: амплитуда 0,1, В; частота 1, кГц.
  - 4.4. Сопротивление нагрузки 30, кОм.
- 5. Перечень подлежащих разработке вопросов:**
  - 5.1. Анализ основных возможностей пакета программ схемотехнического моделирования.
  - 5.2. Схемотехническое моделирование РТС: описание процесса подготовки РТС к моделированию, моделирование статических характеристик, моделирование динамических характеристик, моделирование частотных характеристик, оптимизация параметров и характеристик РТС.
  - 5.3. Анализ результатов моделирования.
- 6. Перечень обязательного графического материала:**
  - 6.1. Чертеж схемы электрической принципиальной РТС согласно варианту задания.

6.2. Чертеж схемы электрической принципиальной РТС, подготовленного к моделированию (с указанием номеров узлов).

6.3. Результаты моделирования статических характеристик РТС (карта узловых потенциалов).

6.4. Результаты моделирования динамических характеристик РТС (осциллограммы входного и выходного сигналов).

6.5. Результаты моделирования частотных характеристик РТС (АЧХ, ФЧХ).

## 7. Литература к контрольной работе:

7.1. Антипенский Р. В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. – М. : Техносфера, 2007. – 127 с.

7.2. Амелина М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap 8 / М. А. Амелина, С. А. Амелин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 464 с.

7.3. Амелина М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9,10 / М. А. Амелина, С. А. Амелин. – Смоленск : Смоленский филиал НИУ МЭИ, 2013. – 618 с.

7.4. Головков А. А. Компьютерное моделирование и проектирование радиоэлектронных средств: учебник для вузов / А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, И. Р. Кузнецов. – СПб. : Питер, 2015. – 208 с.

7.5. Карлащук В. И. Электронная лаборатория на IBM PC. Инструментальные средства и моделирование элементов практических схем / В. И. Карлащук, С. В. Карлащук. – М. : Солон-пресс, 2008. – 144 с.

8. Дата выдачи задания: 10 сентября 20\_\_ г.

### Задание выдал

Доцент кафедры  
радиотехнических систем и  
комплексов охранного мониторинга  
майор полиции

### Задание получил

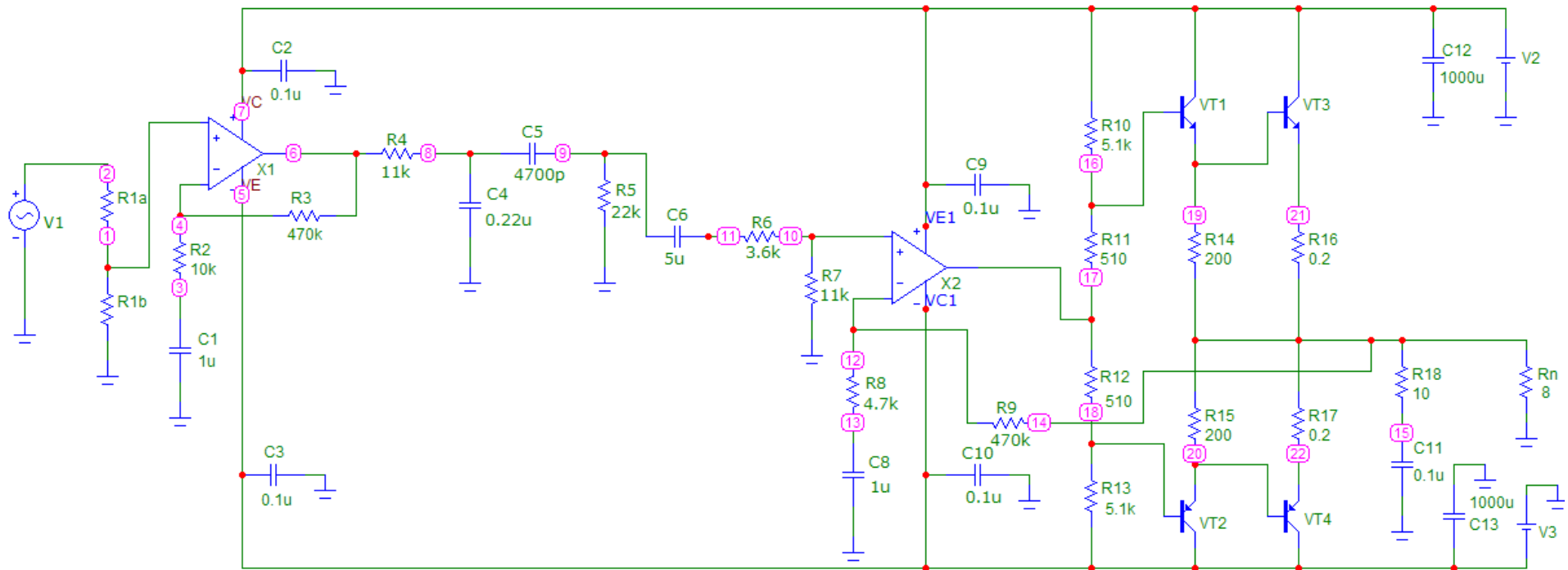
Курсант Р1\_О1 учебного взвода  
радиотехнического факультета  
рядовой полиции

И.И. Иванов

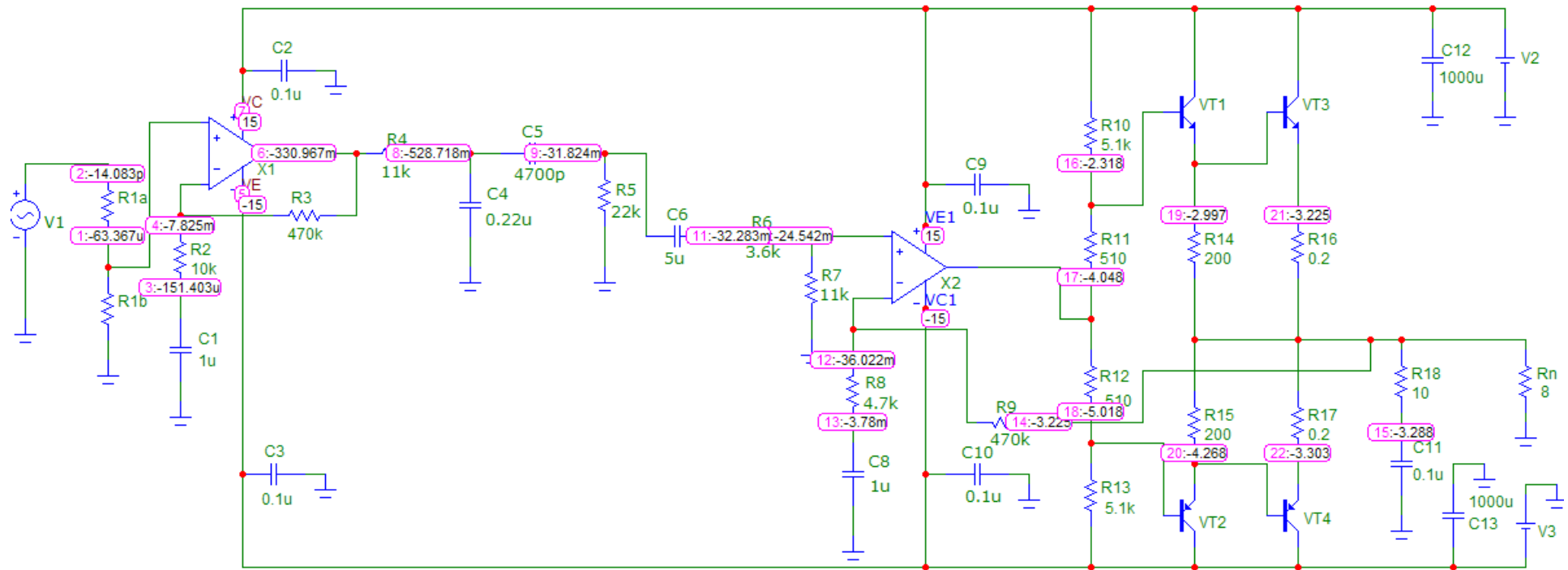
П.П. Петров



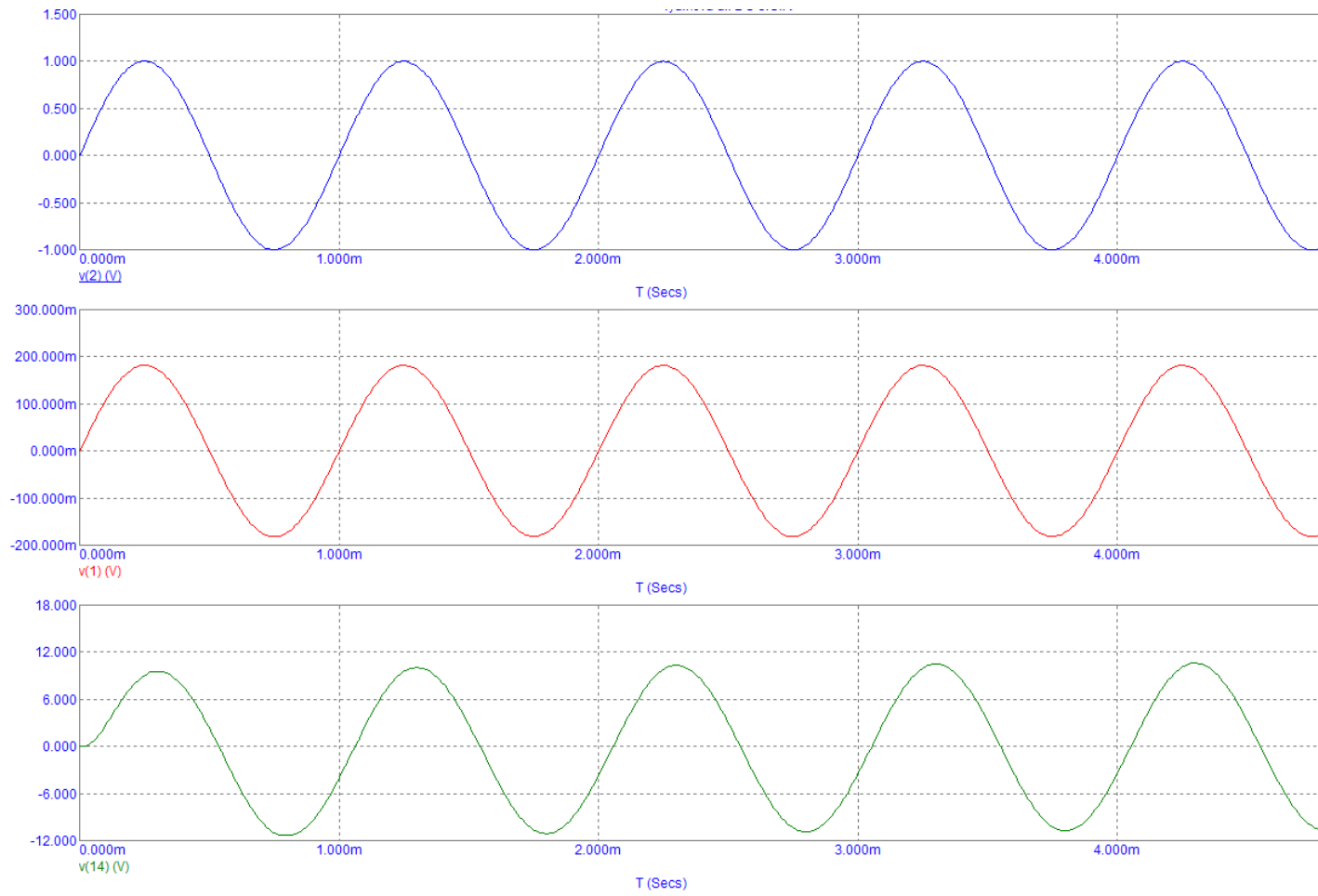
Изображение радиотехнического средства, подготовленного к моделированию



Карта узловых потенциалов радиотехнического средства



## Осциллограммы сигналов в контрольных точках схемы радиоэлектронного средства



## АЧХ и ФЧХ радиотехнического средства

