



**Лист согласования
документов регионального этапа
чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы»
по компетенции «Синтез компактных моделей электронных компонентов и систем»**

№	Документ	Рекомендации и внесенные изменения
1	Конкурсное задание	<p>Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив)</p> <p>Модуль А. Измерения вольтамперных характеристик электронных компонентов схемы (инвариант)</p> <ol style="list-style-type: none">1) Выбрать диапазоны измерений для тока и напряжения. Обосновать свой выбор. Установить на приборах соответствующие пределы измерений. Задать шаг, с которым будет происходить приращение напряжения.2) Собрать схему для измерения передаточных характеристик транзистора. Выполнить измерения и занести значения точек измерения в таблицу.3) Собрать схему для измерения выходных характеристик транзистора. Выполнить измерения и занести значения точек измерения в таблицу.4) Рассчитать погрешности измерений по классу точности приборов (в качестве погрешности измерения принять инструментальную погрешность, рассчитанную при всех измеренных значениях тока и напряжения).5) Изобразить графически полученные вольтамперные характеристики.6) Оформить отчет. Включить в него обоснование выбора диапазонов измерений, схемы для измерений ВАХ, результаты измерений в табличной и графической форме, расчет погрешности измерений. <p>Модуль Б. Синтез компактных моделей электронных компонентов (инвариант) Измеренный транзистор играет роль ключевого (активного) в схеме инвертора.</p> <ol style="list-style-type: none">1) Построить линейный график зависимости $I_D^{1/2}$ от V_{GS} при $V_{SB} = 0$, используя измеренную передаточную характеристику.

- 2) Определить значения пороговых напряжений с учетом влияния подложки.
- 3) Определить удельную крутизну характеристики ключевого транзистора.
- 4) Определить коэффициент, учитывающий влияние потенциала подложки на пороговое напряжение (Γ) (при возможности).
- 5) Определить коэффициент модуляции длины канала (Λ) по измеренной выходной характеристике.
- 6) Задать при необходимости другие SPICE-параметры транзистора.
- 7) Выбрать уровень сложности (Level) компактной модели МОП-транзистора. Выбор обосновать.
- 8) Синтезировать компактную модель ключевого транзистора, используя экстрагированные параметры. Все остальные значения SPICE-модели использовать заданными по умолчанию. Для ключевого транзистора отношение ширины канала к длине W/L обычно берется равным двум.
- 9) Синтезировать компактную модель нагрузочного транзистора. Для нагрузочного транзистора отношение ширины канала к длине W/L рассчитывается, исходя из заданной величины логического нуля.
- 10) Рассчитать ВАХ активного транзистора с помощью программы моделирования Spice.
- 11) Сравнить рассчитанную ВАХ транзистора с экспериментальными данными. Оценить точность синтезированной модели.
- 12) Оформить отчет. Включить в него результаты экстракции SPICE-параметров, компактные модели МОП-транзисторов, сравнение рассчитанной ВАХ с измеренной и вывод о точности синтезированной модели.

Модуль В. Разработка SPICE-модели цифрового устройства (инвариант)

- 1) Нарисовать схему заданного цифрового устройства (например, инвертора с насыщенной нагрузкой обогащенного типа на МОП-транзисторах с каналом n-типа). Измеренный транзистор играет роль ключевого.
- 2) Описать схему инвертора на языке SPICE. Исправить ошибки в листинге при необходимости.
- 3) Рассчитать таблицу истинности и проверить работоспособность схемы. Сделать выводы и корректировки при необходимости.

- 4) Оформить отчет. Включить в него схему цифрового устройства, результаты проверки правильности работы цифрового устройства и выводы.

Модуль Г. Анализ работы цифрового устройства (инвариант)

- 1) Рассчитать передаточную кривую инвертора для определения статических параметров.
- 2) Рассчитать значения напряжений логического нуля, логической единицы, значения пороговых напряжений логического нуля и логической единицы, а также помехоустойчивость.
- 3) Сравнить напряжение логического нуля с заданным значением. Сделать вывод.
- 4) Рассчитать время задержки инвертора (время нарастания, спада и задержки), используя заданную емкость нагрузки.
- 5) Рассчитать потребляемую мощность.
- 6) Определить работу (энергию) переключения вентиля.
- 7) Оформить отчет. Включить в него результаты расчетов передаточной характеристики и напряжений, расчет времени задержки, потребляемой мощности, работы переключения вентиля и выводы.

Модуль Д. Оптимизация цифрового устройства (вариатив)

Оптимизация вентиля может быть выполнена в соответствии с тремя возможными критериями: повышение степени интеграции, снижения потребляемой мощности и увеличения быстродействия.

- 1) Исследовать различные варианты улучшения производительности цифрового устройства, используя SPICE-моделирование, и сравнить их результаты.
- 2) Оформить отчет. Включить в него анализ вариантов улучшения производительности и рекомендации по оптимизации цифрового устройства.

Модуль Е. Представление результатов (инвариант)

- 1) Оформить презентацию, включающую описание цифрового устройства, основные шаги при разработке моделей, результаты измерений и симуляции, анализ и выводы.
- 2) Сделать устный доклад с показом презентации (не более 5 минут).

2	Инфраструктурный лист	Программное обеспечение для синтеза компактных моделей: AIM-Spice, для экстракции параметров компактных моделей – MATLAB и Python. Регионы могут использовать иное программное обеспечение в соответствии с запросами регионального индустриального партнера.
---	------------------------------	---

Генеральный директор



А.М. Осипов