Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем
Кафедра систем электроснабжения предприятий
Кафедра электрических станций

Паспорт
расчетно-графического задания

по дисциплине «Математические задачи электроэнергетики», 5 семестр

1. **Методика оценки**

   Основной целью выполнения расчетно-графического задания является изучение принципов построения математических моделей в задачах исследования физических процессов, а также проектирования и управления техническими объектами. В частности, в рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны провести исследование физических процессов в длинных линиях на основе моделей микроуровня, решение задачи расчета установившихся режимов и анализа статической устойчивости электроэнергетических систем на основе моделей макроуровня, а также задач синтеза и анализа логических схем с использованием метауровня моделирования.

   Особое внимание уделено получению практических навыков использования современных методов компьютерного моделирования, в частности в программных системах *Mathcad, Microsoft Excel, Electronics Workbench.*

Выполнение расчетно-графического задания (далее - РГЗ) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): основной целью выполнения расчетно-графического задания является изучение принципов построения математических моделей в задачах исследования физических процессов, а также проектирования и управления техническими объектами. В частности, в рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны провести исследование физических процессов в длинных линиях на основе моделей микроуровня, решение задачи расчета установившихся режимов и анализа статической устойчивости электроэнергетических систем на основе моделей макроуровня, а также задач синтеза и анализа логических схем с использованием метауровня моделирования.

Особое внимание уделено получению практических навыков использования современных методов компьютерного моделирования, в частности в программных системах *Mathcad, Microsoft Excel, Electronics Workbench.*

Номер (вариант) задания выдается преподавателем на занятиях. РГЗ выполняется каждым студентом индивидуально. Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ. Замена задания РГЗ осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с требованиями к содержанию и оформлению РГЗ, представленными в методическом пособии по дисциплине.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ.

По результатам выполнения РГЗ выполняется отчет, примерное содержание которого

имеет вид:

Титульный лист (см. ниже)

Введение

1. Математические модели технических объектов на микроуровне моделирования
   - 1.1 Формирование математических моделей ЛЭП на основе модели четырехполюсника
   - 1.2 Исследование распределенности параметров вдоль линии в режиме холостого хода
   - 1.3 Исследование распределенности параметров вдоль линии в трех режимах, различающихся значением мощности нагрузки: передача натуральной мощности, передачи мощности больше и меньше натуральной
   - 1.4 Графические модели изменения напряжения, тока, активной и реактивной мощности вдоль ЛЭП
2. Задача расчета и анализа установившихся режимов ЭЭС
   - 2.1 Расчет установившегося режима ЭЭС на основе линейных математических моделей: обобщенного уравнения состояния, уравнения узловых напряжений
   - *2.2* Программная реализация метода Гаусса и итерационных методов расчета режима в среде *Mathcad*
   - 2.3 Расчет установившегося режима ЭЭС на основе нелинейных математических моделей: уравнения узловых напряжений в форме баланса мощности
3. Задача анализа статической устойчивости ЭЭС
   - 3.1 Анализ устойчивости электроэнергетических систем по корням характеристического уравнения. Построение графиков переходных процессов
   - 3.2 Анализ устойчивости с использованием алгебраического критерия устойчивости Гурвица
   - 3.3 Анализ устойчивости с использованием частотного критерия Михайлова.
4. Математические модели метауровня. Синтез и анализ логических схем
   - 4.1 Аналитическая минимизация логических функций на основе законов алгебры логики. Табличная минимизация. Карты Карно
   - *4.2* Анализ логических схем функций 3 и 4 переменных с использованием *Electroncs Workbench*
   - 4.3 Синтез логических схем с использованием *Electroncs Workbench*

   Заключение

   Список использованных источников

   Приложение

Требования к оформлению:

Объем РГЗ(З) до 20 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Формулы набираются в редакторе Math Type. Размещение сканированных формул не допускается. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До

защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ проходит в письменной форме. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ. Расчетно-графическое задание оценивается 32 баллами (12 за выполнение, 20 за защиту) в соответствии с приведенными ниже критериями

РГЗ считается выполненным **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 25 до 32 баллов.*

РГЗ считается выполненным **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 15 до 25 баллов.*

РГЗ считается выполненным **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 0 до 15 баллов.*

РГЗ считается **не выполненнойым** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за

РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 15 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 15 до 32 баллов включительно.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Образец задания для выполнения расчетно-графического задания по дисциплине.

Раздел 1.

- Смоделировать физические процессы протяженной ЛЭП, параметры которой заданы по вариантам на основе моделей микроуровня. Исследовать распределенность параметров вдоль линии в трех режимах, различающихся значением мощности нагрузки:

✓ Первый режим: передача натуральной мощности $P_H = P_{нат}$

✓ Второй режим: передачи мощности больше натуральной $P_H \succ P_{нат}$;

Исходные данные для блока РГЗ «Микромоделирование»

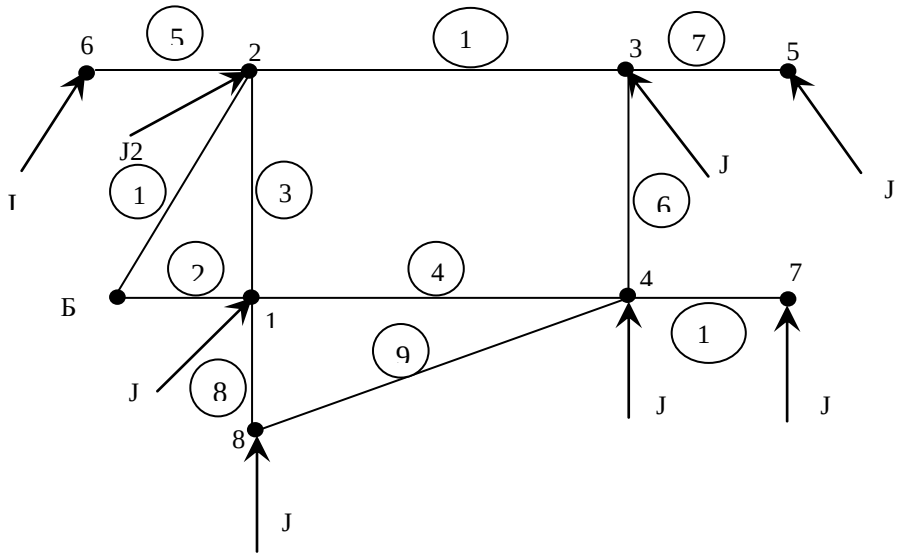
Номер вари-анта	Марка про-вода	Длина, км	Погонные параметры фазы ЛЭП				$U_{ном}$, кВ	Допустимый ток, $I_{доп}$, А
			r_0, Ом/км	x_0, Ом/км	g_0, мкСм/км	b_0, мкСм/км		
1	3хАС300/66	1000	0,034	0,31	0,015	3,97	500	2040
2	3хАС330/43	1500	0,029	0,308	0,025	3,6	500	2190
3	3хАС300/66	1100	0,034	0,31	0,015	3,97	500	2040
4	3хАС400/51	1000	0,025	0,306	0,027	3,62	500	2475
5	3хАС500/54	1300	0,02	0,304	0,034	3,64	500	2835
6	3хАС240/56	1200	0,024	0,308	0,045	3,76	750	3050

✓ Третий режим: передача мощности меньше натуральной $P_H \prec P_{нат}$.

- Построить графики изменения напряжения, тока, активной и реактивной мощности вдоль ЛЭП $U(x)$, $I(x)$, $P(x)$, $Q(x)$
- Нанести на графики напряжения и тока уровни их допустимых значений и проанализировать допустимость всех 3 режимов.
- Сделать заключение по проведенному исследованию режимов работы ЛЭП.
- Сделать выводы о закономерностях изменения тока и напряжения вдоль ЛЭП и допустимости для всех режимов.

Раздел 2.

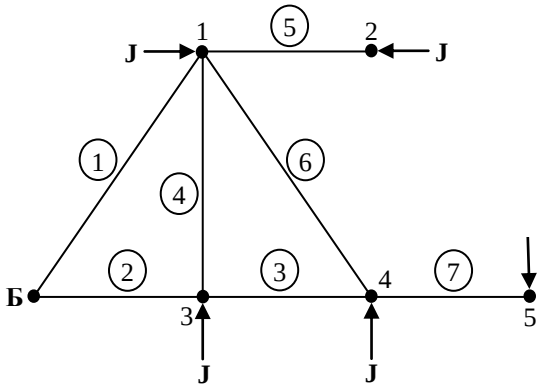
- Провести расчет установившегося режима по линейным моделям для расчетной схемы 8 узлов,11 ветвей вида:



Для лучшего восприятия материала и получения навыков работы, решение задач РГЗ производится для схем малой размерности двумя способами

- ✓ Вручную без использования компьютера
- ✓ С использованием компьютерных программ

Расчетная схема для проведения расчета по алгоритмам методов с учетом варианта:

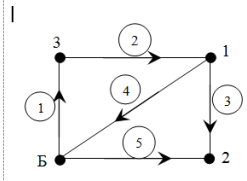


- Программно реализовать метод исключения неизвестных Гаусса в среде Mathcad с использованием встроенных функций (провести расчет вручную для расчетной схемы используя алгоритм метода Гаусса по вариантам)
- Программно реализовать итерационный метод простой итерации и метод Зейделя для расчетной схемы. Представить графики итерационных процессов для каждого метода и сделать вывод об их достоинствах и недостатках с учетом полученных результатов исследования.

- Провести расчет установившегося режима для сети переменного тока на основе уравнения узловых напряжений в линейной форме.

Исходные данные для нелинейных моделей установившегося режима

Вариант 1

Расчетная схема:	Исходные данные:
	$r_0 = \begin{bmatrix} 0.12 \\ 0.125 \\ 0.09 \\ 0.085 \\ 0.085 \end{bmatrix} \cdot \frac{ohm}{km}$ $x_0 = \begin{bmatrix} 0.43 \\ 0.42 \\ 0.429 \\ 0.423 \\ 0.425 \end{bmatrix} \cdot \frac{ohm}{km}$ $b_0 = \begin{bmatrix} 2.57 \\ 2.51 \\ 2.564 \\ 2.528 \\ 2.54 \end{bmatrix} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{siemens}{km}$ $l = \begin{bmatrix} 90 \\ 85 \\ 130 \\ 125 \\ 140 \end{bmatrix} \cdot km$ Мощности нагрузки узлов: $Pn = \begin{bmatrix} 60 \\ 80 \\ 120 \end{bmatrix} \cdot Mwatt$ $Qn = \begin{bmatrix} 30 \\ 45 \\ 70 \end{bmatrix} \cdot Mvar$

- Произвести расчет установившегося режима на основе нелинейной модели: уравнения узловых напряжений в форме баланса мощности.

Раздел 3.

- Произвести анализ статической устойчивости системы, для которой рассчитан установившийся режим на основе линейного уравнения узловых напряжений.
  - ✓ По корням характеристического уравнения. Построить график переходного процесса.
  - ✓ По критерию Гурвица
  - ✓ По критерию Михайлова. Построить график годографа Михайлова. Проанализировать устойчивость по критерию Михайлова без построения годографа с учетом выполнения условий устойчивости

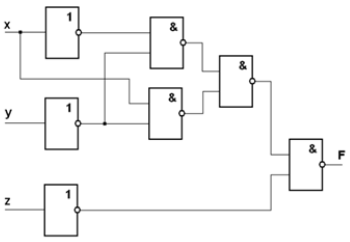
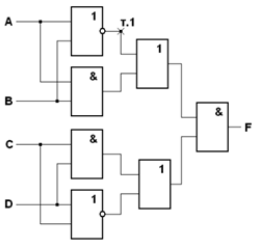
Раздел 4.

Задана логическая схема технического объекта в базисе И-ИЛИ-НЕ

Анализ логических схем.

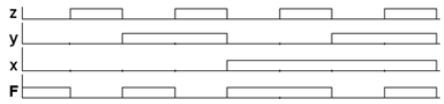
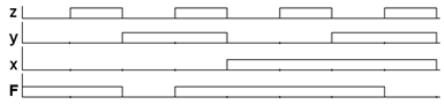
- Найти и минимизировать аналитическое выражение для функций, которая реализуется схемами

Анализ логических схем

№	*а*	*б*
1		

- Построить таблицу истинности для полученных функций
- Построить временную диаграмму для полученных функций
- Проверить полученные результаты в Electroncs Workbench
- Провести анализ работы схемы при обрыве во входной цепи элемента в точке, указанной на схеме (столбец б)
  - Если сигнал воспринимается как логическая 1
  - Если сигнал воспринимается как логический нуль
- Проверить полученные результаты в Electroncs Workbench

2. Синтез логических схем.

Синтез логических схем		
№	Временная диаграмма	Логическая функция
1		$f = \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,\overline{x_3}\,\overline{x_4} + \overline{x_1}\,x_2\,\overline{x_3}\,\overline{x_4} + \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,\overline{x_3}\,x_4 + \overline{x_1}$
2		$f = \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,\overline{x_3}\,\overline{x_4} + \overline{x_1}\,x_2\,\overline{x_3}\,\overline{x_4} + \overline{x_1}\,\overline{x_2}\,x_3\,x_4 + \overline{x_1} + \overline{x_1}\,x_2\,\overline{x_3}\,x_4$

✓ Логическая функция 3-х переменных:

- Разработать схему, формирующую на выходе сигнал F как логическую функцию входных сигналов A, B, C (либо x,y,z), используя временную диаграмму Приложение П.6.
- Построить таблицу истинности и минимизировать функцию аналитически и с помощью карт Карно.
- Представить логическую схему в базисах И-ИЛИ-НЕ, И-НЕ.
- Проверить полученные результаты в Electroncs Workbench

✓ Логическая функция 4-х переменных:

- Задана логическая функция 4-х переменных (Приложение П.6.,по вариантам)
- Представить таблицу истинности логической функции.
- Минимизировать функцию аналитически и с помощью карт Карно.
- Представить логическую схему в базисах И-ИЛИ-НЕ, И-НЕ.
- Проверить полученные результаты в Electroncs Workbench