

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
2. УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ RASTRWIN И ЕЁ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ	10
3. РАЗРАБОТКА ВОЗМОЖНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ	12
4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ	17
5. ВЫБОР НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ.....	27
6. ВЫБОР СЕЧЕНИЯ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	32
7. ПРОВЕРКА СЕТИ В ПОСЛЕАВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ.....	59
8. ВЫБОР ЧИСЛА И МОЩНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПОДСТАНЦИЯХ	73
9. УТОЧНЕНИЕ СХЕМЫ СЕТИ	80
10. ОЦЕНКА ДОСТАТОЧНОСТИ ДИАПАЗОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВСТРЕЧНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ	87
11. РАЗРАБОТКА ОДНОЛИНЕЙНОЙ СХЕМЫ СЕТИ.....	89
12. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ.....	92
13. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	135
ПРИЛОЖЕНИЯ	136
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	149

ВВЕДЕНИЕ

Опыт подготовки магистров по профилю «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» убедительно показал существенное значение выполнения обучающимися курсового проекта, в котором в конкретной форме прорабатываются основы проектирования районных распределительных электрических сетей 35–110 кВ, обеспечивающих надежное и экономичное электроснабжение сельскохозяйственных потребителей. Важное значение проекта в подготовке магистров определяется:

– во-первых, тем, что обучающиеся впервые решают комплексную задачу формирования системы линий электропередачи, подстанций, средств компенсации реактивных нагрузок и т. п., а также их характеристик на основе специальных технических, технико-экономических и нормативных требований, обеспечивающих необходимое качество работы проектируемой электрической сети, а также надёжного электроснабжения потребителей;

– во-вторых, эти непростые задачи должны решаться обучающимися на основе комплекса знаний законов электротехники, теории электрических сетей и с привлечением некоторых материалов курсов «Информационные технологии», «Электрические системы и сети», «Эксплуатация систем электроснабжения, электротехнические материалы и изделия» и т. д.

Изучение дисциплины «Проектирование систем электроснабжения» предусматривает выполнение курсового проекта, целью которого является формирование у студентов углубленных знаний для самостоятельной научно-инженерной деятельности по моделированию процессов, происходящих в системах электроснабжения, выбору оптимальных структур и параметров электрических сетей.

Выполнение курсового проекта ставит перед обучающимися следующие задачи: изучить и освоить стадии проектирования систем электроснабжения; современные модели и алгоритмы анализа установившихся, аварийных и послеаварийных режимов работы электрических сетей; алгоритмы синтеза проектных вариантов развития сети; выбора оптимального варианта; модели и методы оптимизации структуры и параметров систем электроснабжения; изучить основы теории принятия решений; получить навыки организации проектных работ, разработки проектной документации и использования прикладных компьютерных программ.

В процессе выполнения курсового проекта обучающийся приобретает следующие компетенции:

- способность использовать законы и методы математики, естественных и экономических наук при решении стандартных и нестандартных профессиональных задач;

- способность и готовность рассчитывать и оценивать условия и последствия принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения современных технологий производства промышленной и сельскохозяйственной продукции;

- способность к проектной деятельности на основе системного подхода, умение строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ;

- способность проведения инженерных расчетов при проектировании сетевых объектов систем электроснабжения.

В результате выполнения курсового проекта студент должен **знать:**

- физические процессы в электрических сетях переменного и постоянного тока, схемы замещения элементов электрических сетей;

- основные технико-экономические критерии разработки и оценки вариантов развития электрической сети;

- закономерности графиков нагрузки производственных потребителей;

- нормативные требования надежности и качества электроснабжения;

- современные модели и алгоритмы оптимизации параметров и структуры сети;

уметь:

- строить и анализировать модели электрической сети и ее элементов;

- выполнять расчеты технико-экономических показателей сети, оценивать технические, экономические и экологические последствия принимаемых решений в условиях динамики электрических нагрузок;

- использовать характеристики параметров электрической нагрузки потребителей и параметров схем сети при решении проектных задач;

- осуществлять подготовку исходных данных для применения прикладных программ и проводить анализ полученных результатов;

иметь навыки:

- проведения инженерных расчетов электрических нагрузок, параметров схем замещения и режимов работы сети;
- применения оптимизационных и оценочных моделей,
- применения современных программных средств для построения и анализа вариантов развития сети;
- разработки и принятия проектных решений при проектировании развития электрической сети;
- выбора схемы сети и номинальных напряжений;
- выбора сечения проводов и номинальной мощности трансформаторов;
- принятия решения по выбору проектного варианта на основе анализа исходных данных.

Многосторонность вопросов проектирования электрических сетей энергосистем, ограниченное время работы обучающихся над проектом обуславливают допущения и упрощения выполнения некоторых расчетов и принятия решений, не приводящие к принципиальным, качественным или недопустимым погрешностям.

Настоящее учебное пособие продолжает и развивает разработки предшествующих аналогичных материалов кафедры электротехники и автоматики Воронежского государственного аграрного университета им. Петра I в соответствии с совершенствованием методов расчета и моделирования электрических сетей, технических характеристик электрооборудования линий электропередачи и подстанций, а также в связи с внедрением в учебный процесс автоматизированного проектирования с применением прикладной расчётной программы RastrWin.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Исходные данные для выполнения курсового проекта.

1. Географическое расположение региона:

- ОЭС Центра;
- регион по удельным потерям электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям – № 4;
- район по гололёду – II.

2. Расположение узлов нагрузки и центра питания, представленное на рисунке 1.

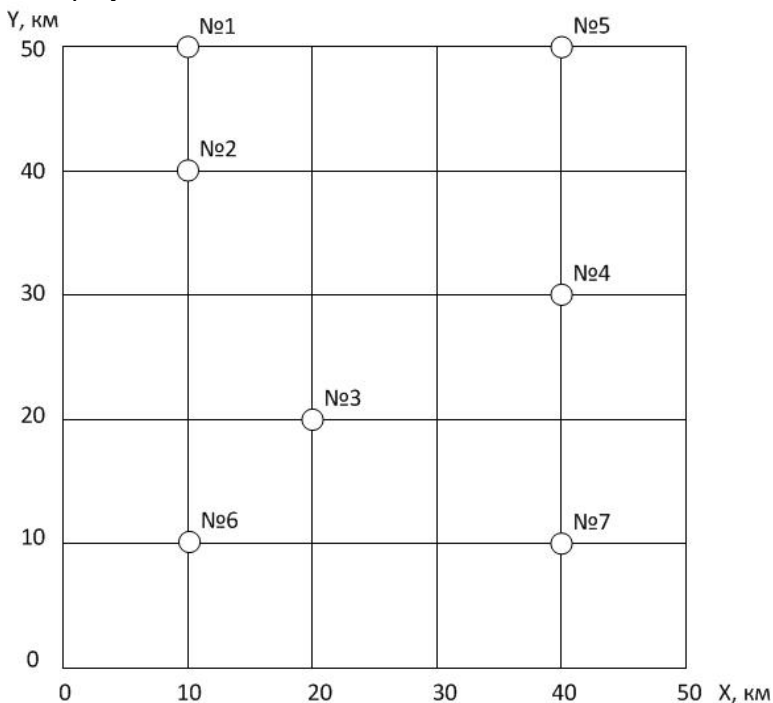


Рис. 1. Схема расположения узлов нагрузки и центра питания:
№ 1 – центр питания; № 2–7 – узлы нагрузки.

Под № 1 обозначен центр питания проектируемой сети (электростанция или опорная подстанция энергосистемы). Предполагается, что центр питания имеет достаточный резерв мощности для надежного питания всех подключаемых нагрузочных узлов.

Под № 2–7 обозначены номера узлов нагрузки.

3. Характеристика нагрузок, представленная в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика узлов нагрузки

№ нагрузочного узла	Максимум нагрузки		Время использования максимума нагрузки $T_{нб}$, ч	Категория потребителей по надежности
	P , МВт	Q , МВАр		
2	40	32	5500	II
3	24	20	5200	II
4	18	15	4500	II
5	5	4	3600	III
6	3	2	2700	III
7	4	3	2500	III

Столбец № 1 содержит перечень номеров нагрузочных узлов.

Столбец № 2 содержит максимальное потребление нагрузочным узлом активной мощности P , МВт.

Столбец № 3 содержит максимальное потребление нагрузочным узлом реактивной мощности Q , МВАр.

Столбец № 4 содержит время использования максимума нагрузки $T_{нб}$, ч.

Столбец № 5 содержит категорию потребителей по надежности. Данный параметр является важнейшим при построении конфигурации сети. Всех потребителей принято разделять на три категории по требуемой надежности электроснабжения.

Наиболее ответственные нагрузочные узлы I категории должны иметь питание от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания. При этом перерыв их электроснабжения может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания от другого источника.

Электроснабжение нагрузочных узлов II категории рекомендуется обеспечивать от двух независимых, взаимно резервируемых ис-

точников питания. При этом для них допустимы перерывы электро-снабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями оперативного персонала. Питание нагрузочных узлов II категории допускается по одной двухцепной воздушной линии, либо по одной кабельной линии с двумя и более кабелями, либо через один трансформатор, если обеспечена возможность проведения аварийного ремонта в ней или замены повредившегося трансформатора из централизованного резерва за время не более суток.

Электроснабжение неответственных нагрузочных узлов III категории может выполняться от одного источника питания, если время для ремонта или замены поврежденного элемента системы электро-снабжения не превышает одних суток.

2. УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ RASTRWIN И ЕЁ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ

При выполнении курсового проекта следует использовать программу расчёта статических режимов RastrWin 3. Для установки программного обеспечения необходимо зайти на сайт разработчика www.rastrwin.ru. Далее найти вкладку «Главная» → «Страница загрузки» → «Загрузка ПО RastrWin». Скачать архив «ПО RastrWin» и установить программу на компьютер.

Любой обучающийся имеет возможность получить студенческую лицензию. Студенческая лицензия является бесплатной и позволяет пользоваться всеми функциями программы при расчете электрических сетей объемом до 60 узлов.

Студенческая лицензия позволяет использовать программу только для целей обучения.

При первом запуске программы система защиты создает файл, в котором присутствует информация о компьютере пользователя. Для получения студенческой лицензии необходимо в диалоге «Помощь» → «О программе» ввести код организации 11111. В поле «Пользователь» ввести название вуза и специальности. Информация в файл лицензии вносится при закрытии диалога «О программе» нажатием кнопки «ОК». Необходимо закрыть диалог перед тем, как копировать файл.

Файл информации расположен в каталоге документов текущего пользователя в подкаталоге RastrWin3 и называется `ИмяВашегоКомпьютера_info.dat`. Каталог документов текущего пользователя – «Мои документы» для Windows XP, «Документы» для Windows 7/Vista.

Файл информации необходимо передать разработчикам для активизации функций и ввода цифровой подписи. Передача файла может быть осуществлена любым электронным способом. Предпочтительной является передача по электронной почте. Для этого на адрес license@rastrwin.ru следует отправить письмо, вложением к которому прикрепить файл `ИмяВашегоКомпьютера_info.dat`, расположенный в каталоге документов текущего пользователя в подкаталоге RastrWin3. Никаких дополнительных вложений и пояснений в письме делать не следует, поскольку письмо будет обрабатываться системой лицензирования, которая работает в автоматическом режиме и не предусматривает непосредственный просмотр писем.

Если компьютер, на котором будет работать программа, не имеет возможности работы с сервером электронной почты, файл лицензии может быть передан разработчикам с другого компьютера или на электронном носителе. Для этого следует переписать файл `ИмяВашегоКомпьютера_info.dat` с вашего компьютера на другой компьютер или флэш-карту. Передача таким способом не влияет на идентификацию компьютера.

После того, как разработчики получают файл лицензии, будет выполнена проверка лицензии, включение необходимых функций и ввод подписи. Если файл лицензии был доставлен разработчикам по электронной почте, подписанная лицензия будет выслана по обратному адресу. В письме от системы лицензирования будут приведены:

- имя компьютера, для которого выдана лицензия;
- название организации (уже без кода организации);
- имя пользователя;
- список функций, разрешенных к использованию.

Подписанный файл лицензии `ИмяВашегоКомпьютера_license.dat` будет приложен к письму. Его необходимо извлечь из письма и поместить в каталог документов текущего пользователя в подкаталог `RastrWin3`. В действие лицензия вступит после перезапуска программы. В подписанной лицензии нельзя менять название организации и имя пользователя, поэтому следует быть внимательным при их первоначальном вводе. Любое изменение файла лицензии приведет к утрате лицензии.

3. РАЗРАБОТКА ВОЗМОЖНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ

На первом этапе проектирования разрабатывается несколько возможных конфигураций сети (топологий сети).

Принятая конфигурация сети, ее протяженность, число цепей линий на каждом из участков непосредственно влияют на выбор номинального напряжения линий, закладывает основу для последующих проектных решений и определяет, в конечном итоге, её технические и экономические показатели.

Определить наиболее оптимальную конфигурацию сети при отсутствии данных о потокораспределении, номинальном напряжении и конструктивном исполнении линий электропередач затруднительно, поэтому предварительные варианты конфигурации сети формируются упрощенно, исходя из двух основных требований:

- 1) общая длина сети должна быть как можно меньше;
- 2) должны быть обеспечены требования надежности электроснабжения нагрузочных узлов.

Для этого, используя схему расположения узлов нагрузки (рис. 1), определяются расстояния между близлежащими узлами проектируемой сети, которые увеличиваются на 10–15% из-за вероятного отклонения трассы линии электропередачи от длины прямой линии.

В нашем случае расстояние между узлами № 1 и 2 будет составлять

$$\begin{aligned} L_{1-2} &= 1,15\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} = \\ &= 1,15\sqrt{(10 - 10)^2 + (50 - 40)^2} = 11,5 \text{ км}, \end{aligned} \quad (1)$$

где X_1, X_2, Y_1, Y_2 – соответственно координаты узлов № 1 и 2 по осям X и Y .

Аналогично находим расстояния между другими близлежащими узлами нагрузки:

$$L_{1-3} = 1,15\sqrt{(10 - 20)^2 + (50 - 20)^2} = 36,37 \text{ км};$$

$$L_{1-4} = 1,15\sqrt{(10 - 40)^2 + (50 - 30)^2} = 41,46 \text{ км};$$

$$L_{1-5} = 1,15\sqrt{(10 - 40)^2 + (50 - 50)^2} = 34,5 \text{ км};$$

$$L_{2-3} = 1,15\sqrt{(10-20)^2 + (40-20)^2} = 25,72 \text{ км};$$

$$L_{2-4} = 1,15\sqrt{(10-40)^2 + (40-30)^2} = 36,37 \text{ км};$$

$$L_{3-4} = 1,15\sqrt{(20-40)^2 + (20-30)^2} = 25,72 \text{ км};$$

$$L_{3-6} = 1,15\sqrt{(20-10)^2 + (20-10)^2} = 16,26 \text{ км};$$

$$L_{3-7} = 1,15\sqrt{(40-20)^2 + (20-10)^2} = 25,72 \text{ км};$$

$$L_{4-5} = 1,15\sqrt{(40-40)^2 + (30-50)^2} = 23 \text{ км};$$

$$L_{4-7} = 1,15\sqrt{(40-40)^2 + (30-10)^2} = 23 \text{ км}.$$

После этого приступают к разработке вариантов конфигурации сети.

В первую очередь намечают трассы линии для подачи энергии от центра питания к самым мощным потребителям кратчайшим путем по двум, желательно независимым линиям. Эти линии составят основу будущей схемы. Затем намечают вероятные трассы присоединения остальных узлов нагрузок к этой схеме и получают варианты конфигурации сети.

Рекомендуется рассмотреть 4-5 вариантов схем конфигурации сети.

Проектируемые схемы должны соответствовать требованиям надёжности, быть удобными и гибкими в эксплуатации, желательно однородными. Такими качествами обладают многоконтурные схемы одного номинального напряжения. Отключение любой цепи в такой схеме оказывает незначительное влияние на ухудшение режима работы сети в целом.

Критерием сравнения вариантов сети на данном этапе проектирования является суммарная длина линий. Этот критерий основывается на предположении, что все линии схемы имеют один класс номинального напряжения и выполнены одинаковым сечением проводов на всех участках, причем использованы одинаковые типы опор, конструкции фаз и т. п.

Длины двухцепных линий при этом умножаются на 1,4–1,6 – во столько раз дороже двухцепная линия по сравнению с одноцепной.

Протяжённость линий электропередач схемы, изображённой на рисунке 2а:

$$\begin{aligned} L_a &= L_{1-2} + L_{2-3} + L_{3-4} + L_{1-4} + L_{3-6} + L_{4-7} + L_{4-5} = \\ &= 11,5 + 25,72 + 25,72 + 41,46 + 16,26 + 23 + 23 = 166,7 \text{ км.} \end{aligned}$$

Протяжённость линий электропередач схемы, изображённой на рисунке 2б:

$$\begin{aligned} L_6 &= 1,5 \cdot L_{1-2} + L_{2-3} + L_{3-4} + L_{2-4} + L_{3-6} + L_{3-7} + L_{1-5} = \\ &= 1,5 \cdot 11,5 + 25,72 + 25,72 + 36,37 + 16,26 + 25,72 + 34,5 = \\ &= 181,5 \text{ км.} \end{aligned}$$

Протяжённость линий электропередач схемы, изображённой на рисунке 2в:

$$\begin{aligned} L_b &= 1,5 \cdot L_{1-2} + 1,5 \cdot L_{2-3} + 1,5 \cdot L_{3-4} + L_{3-6} + L_{3-7} + L_{4-5} = \\ &= 1,5 \cdot 11,5 + 1,5 \cdot 25,72 + 1,5 \cdot 25,72 + 16,26 + 25,72 + 23 = \\ &= 159,4 \text{ км.} \end{aligned}$$

Протяжённость линий электропередач схемы, изображённой на рисунке 2г:

$$\begin{aligned} L_r &= L_{1-2} + L_{2-3} + 1,5 \cdot L_{3-4} + L_{1-3} + L_{3-6} + L_{4-7} + L_{4-5} = \\ &= 11,5 + 25,72 + 1,5 \cdot 25,72 + 36,37 + 16,26 + 23 + 23 = 174,4 \text{ км.} \end{aligned}$$

Предпочтительными являются варианты, имеющие наименьшую длину линий электропередач, т. е. схемы а и в с суммарной длиной линий электропередач соответственно 166,7 и 159,4 км.

Выбранные таким способом два наиболее предпочтительных варианта, представленные на схемах а и в, оставляются для дальнейшей их разработки и технико-экономического сравнения.

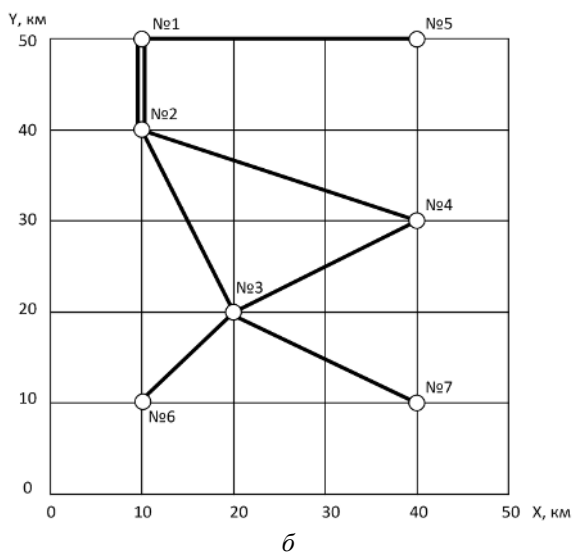
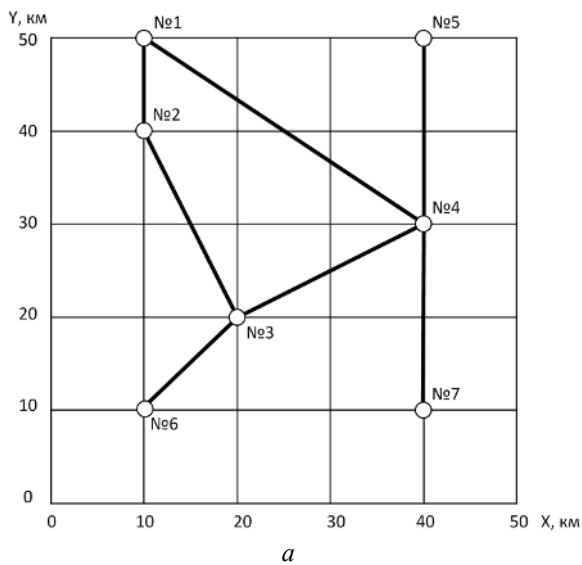
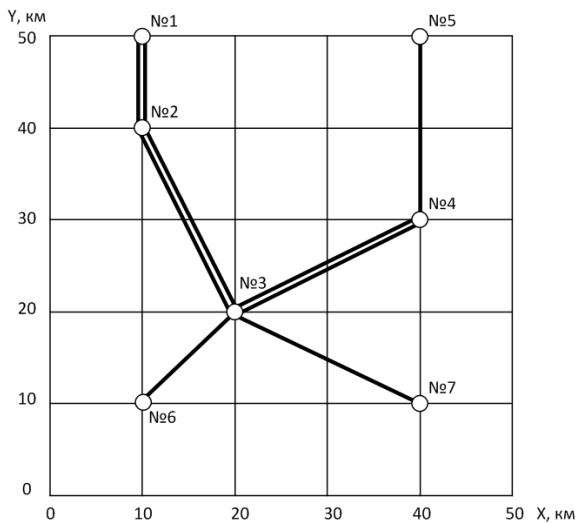
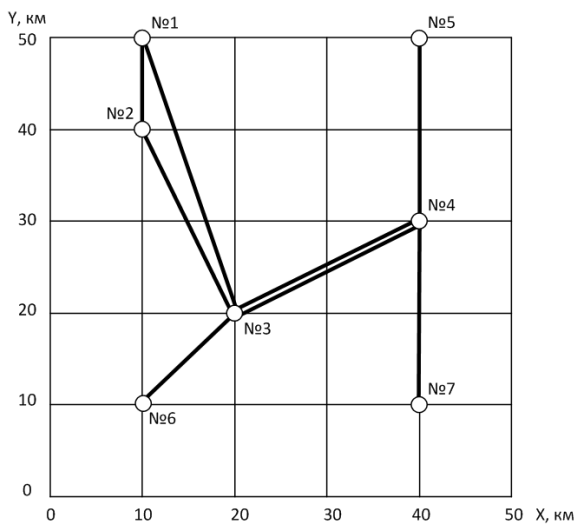


Рис. 2. Варианты схем конфигурации сети (начало)



б



в

Рис. 2. Варианты схем конфигурации сети (окончание)

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru