

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»**

О.П. Балашов, С.А. Гончаров

## **Надежность электроснабжения**

Методические указания к самостоятельной работе для студентов всех форм обучения направления «Электроэнергетика и электротехника»

Рубцовск 2021

УДК 621.31

Балашов О.П., Гончаров С.А Надежность электроснабжения: Методические указания к самостоятельным работам для студентов, обучающихся по направлению «Электроэнергетика и электротехника» /Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021. – 18 с. [ЭР].

В методических указаниях рассмотрена самостоятельная работа обучающихся по дисциплине «Надежность электроснабжения», даны рекомендации по работе с литературой, к практическим занятиям и при выполнении расчетно-графической работы, а также рекомендации по подготовке к экзамену. В указаниях изложено содержание расчетно-графической работы по дисциплине и исходные данные по вариантам. Предназначено для студентов направления «Электроэнергетика и электротехника».

Рассмотрены и одобрены  
на заседании кафедры  
электроэнергетики РИИ.  
Протокол № 2 от 26.02.2021.

## Оглавление

1	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	4
1.1	Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины	4
1.2	Сценарий изучения дисциплины .....	4
1.3	Рекомендации по работе с литературой.....	5
1.4	Методические указания к практическим занятиям .....	6
1.5	Порядок выполнения расчетно-графической работы.....	7
1.6	Рекомендации по подготовке к экзамену .....	8
2	Содержание расчетно-графической работы .....	9
3	Исходные данные к расчетно-графической работе .....	11
4	Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	18
5	Перечень информационных технологий.....	18

# **1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

## **1.1 Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины**

В начале семестра студент получает от преподавателя памятку по изучению дисциплины, которая содержит содержание и структуру курса. Студент самостоятельно планирует свое время, опираясь на календарный график, приведенный в «Памятке». Все виды работ можно разделить на две группы – работа в аудитории и внеаудиторная работа. Оба вида работ содержат в себе самостоятельную работу.

Аудиторная самостоятельная работа студентов по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Объем времени на аудиторную самостоятельную работу студентов включается в общий объем времени на их аудиторную работу и регламентируется расписанием занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов – планируемая учебная, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия и не регламентируется расписанием занятий.

Самостоятельная работа, которую студент организует по своему усмотрению, без непосредственного контроля со стороны преподавателя - подготовка к лекциям, практическим занятиям, выполнение расчетно-графической работы, контрольным работам, экзамену. В этой связи стоит подчеркнуть, что очень важно умение оптимизировать процесс сочетания этих двух частей, необходимо равномерно распределять силы по всей дистанции семестра.

Рабочей программой курса предусмотрены практические занятия. Для успешного их освоения необходимо после лекции и перед практическим занятием повторить материал.

Для выполнения расчетно-графической работы очень важным является постепенное её выполнение в течение семестра, в этом случае есть возможность получить консультацию преподавателя по проблемным вопросам, обсудить такие вопросы в группе.

Подготовка к экзамену заключается в проработке конспектов лекций, практических занятий и литературы по изучаемым в течение семестра темам. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к экзамену нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, изучить методы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

## **1.2 Сценарий изучения дисциплины**

1. Посещение лекций (регламентируется расписанием занятий).

2. Посещение практических занятий (регламентируется расписанием занятий).

3. Самостоятельная внеаудиторная работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой.

4. Выполнение и защита расчетно-графической работы.

5. Экзамен

### **1.3 Рекомендации по работе с литературой**

Работа с литературой является основным методом самостоятельного овладения знаниями. Это сложный процесс, требующий выработки определенных навыков, поэтому студенту нужно обязательно научиться работать с книгой.

Осмысление литературы требует системного подхода к освоению материала. В работе с литературой системный подход предусматривает не только тщательное (при необходимости – многократное) чтение текста и изучение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента, поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать теоретическими категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение расчетной работы и т.д.).

Выбор литературы для изучения делается обычно по предварительному списку литературы, который выдал преподаватель, либо путем самостоятельного отбора материалов. После этого непосредственно начинается изучение материала, изложенного в книге.

Прежде чем приступить к чтению, необходимо запомнить или записать выходные данные издания: автор, название, издательство, год издания, название интересующих глав. Предисловие или введение книги поможет установить, на кого рассчитана данная публикация, какие задачи ставил перед собой автор. Это помогает составить представление о степени достоверности или научности данной книги. Содержание (оглавление) дает представление о системе изложения ключевых положений всей публикации и помогает найти нужные сведения. Если в книге есть главы или отдельные параграфы, которые соответствуют исследуемой теме дисциплины, то после этого необходимо ознакомиться с введением.

Во введении или предисловии разъясняются цели издания, его значение, содержится краткая информация о содержании глав работы. Иногда полезно после этого посмотреть послесловие или заключение. Особенно это важно, если это не учебник, а монография, потому что в заключении объясняется то, что может оказаться непонятным при изучении материала. В целом, это поможет правильнее структурировать полученные знания.

После просмотра книги целиком или отдельной главы, которая была необходима для изучения определенной темы курса, нужно сделать записи в виде

краткого резюме источника. В таком резюме следует отразить основную мысль изученного материала, приведенные в ее подтверждение автором аргументы, ценность данных аргументов и т.п. Данные аргументы помогут сформировать собственную оценку изучаемого вопроса.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и составлять рабочие записи прочитанного. Такие записи удлиняют процесс проработки, изучения книги, но способствуют ее лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал. В идеале каждая подобная запись должна быть сделана в виде самостоятельных ответов на вопросы, которые задаются в конце параграфов и глав изучаемой книги. Однако такие записи могут быть сделаны и в виде простого и развернутого плана, цитирования, тезисов, резюме, аннотации, конспекта.

При изучении литературы особое внимание следует обращать на новые термины и понятия. Понимание сущности и значения терминов способствует формированию способности логического мышления, приучает мыслить абстракциями, что важно при усвоении дисциплины. Поэтому при изучении темы курса студенту следует активно использовать универсальные и специализированные энциклопедии, словари, иную справочную литературу.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

## **1.4 Методические указания к практическим занятиям**

### **Цели практических занятий**

Целями практических занятий являются:

- развитие познавательной способности, самостоятельности мышления и творческой активности студентов;
- освоение знаний, умений и формирование у студентов профессиональных компетенций.

### **Задачи практических занятий**

В задачи практических занятий входят:

- закрепление, углубление и расширение знаний учебной дисциплины;
- обучение студентов практическим приемам и методам анализа теоретических положений и концепций учебной дисциплины;
- приобретение студентами умений и навыков использования современных научно-технических задач.

### **Форма проведения практических занятий:**

- выполнение упражнений и практических работ;
- другие виды занятий, соответствующие специфике изучаемой учебной дисциплины.

### **Организация и проведение практических занятий**

Практические занятия проводятся согласно рабочей программе учебной дисциплины.

Практические занятия проводятся в составе академической группы студентов.

При проведении занятий обеспечивается компетентный подход к изучению студентами учебного материала.

На занятиях выполняются практические работы. После ознакомления с заданием студенты выполняют очередную практическую работу. Преподаватель даёт необходимую консультацию по работе. На следующем по графику практическом аудиторном занятии проводится сдача выполненных работ.

### **1.5 Порядок выполнения расчетно-графической работы**

Расчетно-графическая работа выполняется на белых листах формата А4 и помещается в скоросшиватель. Объем работы: 10-15 машинописных листов формата А4 с одной стороны. Шрифт 14, интервал полуторный, выравнивание – по ширине страницы. Текст расчетного задания следует набирать, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм и нижнее – по 25 мм. Работа должна включать следующие части: титульный лист, содержание, основная часть, заключение и список использованной литературы.

На титульном листе содержится информация о министерской подчиненности образовательного учреждения, о полном наименовании учебного заведения, наименование кафедры преподавателя; наименование изучаемой дисциплины; вариант расчетно-графической работы; фамилия, инициалы и группа студента; фамилия, инициалы, ученая степень и звание преподавателя; город и год сдачи работы. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но номер страницы на нем не ставится.

В содержании указываются заголовки разделов расчетно-графической работы с указанием соответствующих страниц.

Список использованных источников должен содержать наименование книг, журнальных статей, интернет-ресурсов и т.д. Описание каждого источника должно включать фамилию и инициалы автора (авторов), полное наименование книги или статьи без кавычек; название, год, номер журнала и страницы, на которых расположена статья (для статей); вид книги (учебник, учебное пособие, монография, автореферат диссертации и т.п.), город издания, издательство, год издания, общее количество страниц. Все источники в списке должны быть новыми (не старше десяти лет). На все указанные в списке источники должны быть ссылки в работе. Ссылки оформляются следующим образом: в квадратных скобках необходимо указывать

номер цитируемого источника по списку: например, [1]. Список использованной литературы должен содержать не менее 5 источников.

Если в тексте работы используются рисунки и таблицы, то они должны нумероваться последовательно и включать порядковый номер рисунка или таблицы согласно выполняемому заданию (например, Рисунок 2.3, Таблица 1.4). Каждый рисунок или таблица должны иметь название рядом с номером. Рисунок (таблица) должен следовать сразу после ссылки на него в тексте.

Расчетно-графическая работа должна быть сдана преподавателю на проверку не позднее, чем за неделю до начала сессии.

С целью формирования электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранения работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса, необходимо выполнить электронную версию расчетно-графической работы в соответствии с требованиями. Электронная версия расчетно-графической работы сдается преподавателю вместе с бумажной версией путем отправки по электронной почте через сеть «Интернет» на почтовый ящик кафедры «Электроэнергетика».

Электронная версия расчетно-графической работы выполняется в текстовом редакторе, например, в *LibreOffice* в формате (\*.doc) или (\*.pdf). Расчетно-графическая работа должна представлять собой единый файл, содержащий титульный лист с подписью студента, основную часть, включающую в себя расчеты, рисунки, графики, выводы и список использованных источников. Имя файла состоит из фамилии студента, группы, дисциплины, аббревиатуры расчетно-графической работы, например «Петров В.И. ЭиЭ-71 Надежность\_PGR.doc».

## 1.6 Рекомендации по подготовке к экзамену

Формой промежуточной аттестации (итоговой оценки) является экзамен, который проводится в письменной форме по тестам (билетам).

Подготовка к экзаменационной сессии и сдача экзаменов является ответственным периодом в работе студента. Основное в подготовке к сессии - это повторение всего материала, курса или предмета, по которому необходимо сдавать экзамен. Только тот успевает, кто умеет хорошо повторять материал, который был прослушан на лекциях, законспектирован и закреплен на самостоятельных занятиях. Такое повторение предполагает обобщение, углубление, а в ряде случаев и расширение усвоенных за семестр знаний.

При подготовке к экзаменам необходимо помнить:

1 Готовиться к сессии надо с первых дней семестра: не пропускать лекций, работать над закреплением лекционного материала, выполнять все практические работы.

2 Приступить к повторению и обобщению материала необходимо задолго до сессии (примерно за месяц).

3 Перед повторением учебного материала необходимо еще раз свериться с рабочей программой курса (имеются в библиотеке или на кафедре). В случае какой-либо неясности следует получить у преподавателя необходимые разъяснения.



4 Готовиться к экзамену рекомендуется каждый день в одном и том же помещении и на одном и том же рабочем месте, т.к. в этом случае устанавливается ассоциативная взаимосвязь между окружающей обстановкой и процессом переработки информации. Это дает возможность в дальнейшем на экзамене воспроизводить все мельчайшие детали этой обстановки (что сделать довольно легко), а через установившиеся ассоциативные связи - саму информацию, которую требовалось запомнить непосредственно для экзамена.

5 Начинать повторение следует с чтения конспектов. Прочитав внимательно материал по предмету, приступить к тщательному повторению по темам и разделам. На этом этапе повторения следует использовать учебник и рекомендованную преподавателем дополнительную литературу. Нельзя ограничиваться при повторении только конспектами, ибо в них все записано весьма кратко, сжато, только самое основное. Вузовские же дисциплины надо усвоить достаточно широко с учетом всей программы курса. Это можно сделать только с помощью учебника и дополнительной литературы.

6 Повторяя материал по темам, надо добиваться его отчетливого усвоения. Рекомендуется при повторении использовать такие приемы овладения знаниями:

- а) про себя или вслух рассказывать материал;
- б) ставить самому себе различные вопросы и отвечать на них, руководствуясь программой (применять самоконтроль);
- в) делать дополнительные записи, схемы, помогающие обобщить материал, синтезировать его;
- г) рассказывать повторенный и усвоенный материал своим товарищам, отвечать на их вопросы и критически оценивать изложенное;
- д) повторяя и обобщая, записывать все непонятное, всякие сомнения, вновь возникающие вопросы и обязательно выяснять их на консультациях.

## **2 Содержание расчетно-графической работы**

Задание на расчетно-графическую работу содержит в качестве исходных данных структурную схему надежности технической системы (ТС) и интенсивность отказов ее элементов.

Поскольку заданная схема надежности является комбинированной, ее следует подвергнуть декомпозиции. Далее, вводя соответствующие квазиэлементы, преобразовать исходную схему к простейшему виду и, используя соответствующие формулы, для ряда значений наработки  $t$  в предположении простейшего потока отказов вычислить значения вероятностей безотказной работы элементов, квазиэлементов и всей системы. В расчетно-графической работе следует привести все промежуточные преобразования исходной схемы, конкретные рабочие расчетные формулы с их обоснованием, а результаты расчета представить в виде таблицы, в которой по столбцам изменяется значение наработки  $t$ , а по строкам в столбцах приводятся вычисленные значения вероятностей безотказной работы элементов, квазиэлементов и всей системы, полученные по рабочим формулам. При этом диапазон измерения наработки  $t$

должен обеспечить снижение вероятности безотказной работы системы до уровня 0.1 - 0.2 и содержать не менее 8-10 значений аргумента.

После этого строится график зависимости  $P(t)$  по результатам расчета. И него графически по заданному значению  $\gamma(P_\gamma)$  определяется  $\gamma$  - процентная наработка системы,  $T_\gamma$ .

По заданию требуется предложить способы увеличения  $\gamma$  - процентной наработки в 1,5 раза за счет повышения надежности элементов и за счет структурного резервирования.

Предварительно следует определить элемент или квазиэлемент окончательно преобразованной схемы, повышение надежности которого даст максимальный эффект в отношении надежности всей системы.

Для дальнейших действий необходимо вычислить требуемое улучшенное значение  $\gamma$  - процентной наработки  $T'_\gamma$  элементарным умножением  $T_\gamma$  на 1,5. Следовательно, чтобы удовлетворить заданию в отношении повышения надежности системы, необходимо обеспечить вероятность безотказной работы

$P = P_\gamma$  за время  $t = T'_\gamma = 1,5T_\gamma$ . Теперь следует повторить расчет надежности элементов, квазиэлементов и всей системы за время  $T'_\gamma$  и дополнить этим столбцом предыдущую таблицу. Зная вероятности безотказной работы всех элементов преобразованной схемы и требуемое значение  $P_\gamma$ , легко определить, какую вероятность безотказной работы  $P'$  за время  $T'_\gamma$  должен иметь квазиэлемент, избранный для модернизации.

По первому методу модернизации необходимо определить интенсивности отказов элементов, входящих в данный квазиэлемент, при которых при неизменной структуре квазиэлемента обеспечивалось бы необходимое значение  $p'(T'_\gamma)$ . Проще это осуществить графоаналитическим методом, задавая ряд пропорционально уменьшенных (по сравнению с исходной) интенсивностей отказов для составляющих квазиэлемента и просчитывая каждый раз величину  $p'(T'_\gamma)$ . Из построенного по этим данным графика можно определить необходимую кратность снижения интенсивности отказов элементов и сами значения интенсивности. Для найденного решения следует выполнить проверочный расчет вероятности безотказной работы системы за время  $T'_\gamma$ .

По второму методу надежность выбранного квазиэлемента можно повысить за счет резервирования без изменения надежности составляющих элементов. При этом, основываясь на рекомендациях и соображениях, учитывая структуру модернизируемого квазиэлемента, нужно выбрать, какие его составляющие элементы и как следует резервировать для достижения наибольшего эффекта. Далее остается определить необходимую кратность резервирования  $\ell$ . Поскольку  $\ell$  есть величина дискретная, аналитически ее определить невозможно. Для решения задачи нужно последовательно увеличивать кратность резервирования, начиная с единицы, каждый раз по соответствующим формулам определять величину вероятности безотказной работы квазиэлемента в течении времени  $T'_\gamma$ . Как только необходимое значение  $p'(T'_\gamma)$  будет обеспечено, окажется

реализованным второй метод повышения надежности системы. Для найденного решения также необходимо провести проверку вероятности безотказной работы системы за время  $T'_\gamma$ . Модернизированную структуру с резервированием следует привести в пояснительной записке.

Для построения зависимостей вероятностей безотказной работы от времени для модернизированной системы по первому и второму методу удобно дополнить ранее составленную таблицу соответствующими строками. Графики этих зависимостей следует изобразить совместно с кривой  $P(t)$  исходной системы.

Полученное семейство кривых позволяет провести сравнение двух вариантов модернизации, которое следует привести в качестве вывода к работе.

Все действия и использование расчетных соотношений должны быть объяснены и обоснованы. Для заимствуемой информации (формулы, численные значения констант) необходимо указать источник заимствования.

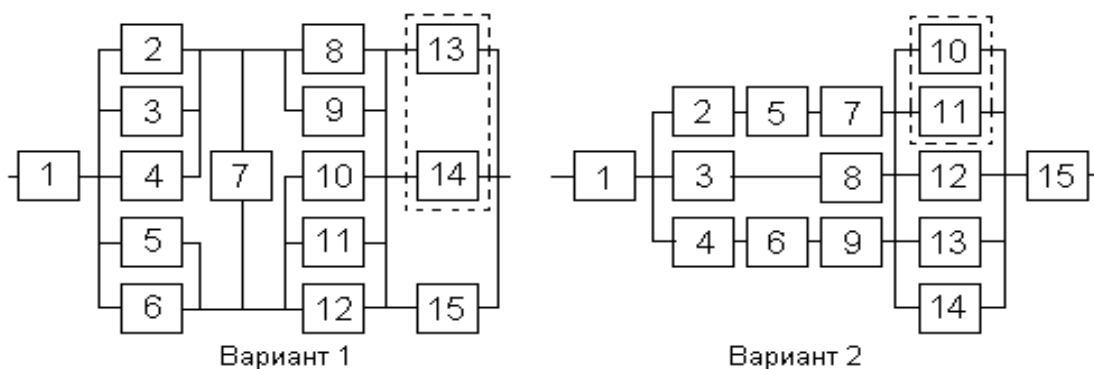
### 3 Исходные данные к расчетно-графической работе

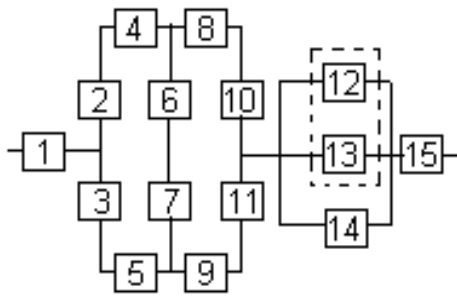
По структурной схеме надежности технической системы в соответствии с вариантом задания, требуемому значению вероятности безотказной работы системы  $\gamma$  и значениям интенсивностей отказов ее элементов  $\lambda_i$  (таблица 1) требуется:

1. Построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня  $0,1 - 0,2$ .
2. Определить  $\gamma$  - процентную наработку технической системы.
3. Обеспечить увеличение  $\gamma$  - процентной наработки не менее чем в 1,5 раза за счет:
  - а) повышения надежности элементов;
  - б) структурного резервирования элементов системы.

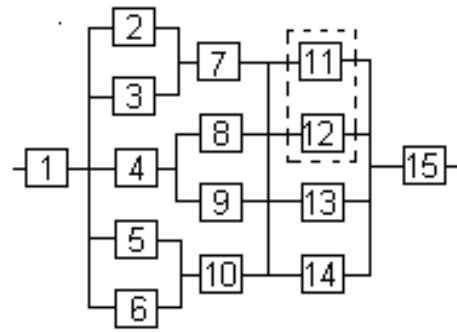
Все элементы системы работают в режиме нормальной эксплуатации (простейший поток отказов). Резервирование отдельных элементов или групп элементов осуществляется идентичными по надежности резервными элементами или группами элементов. Переключатели при резервировании считаются идеальными.

На схемах обведенные пунктиром  $m$  элементов являются функционально необходимыми из  $n$  параллельных ветвей.

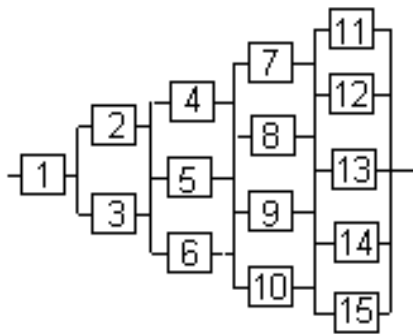




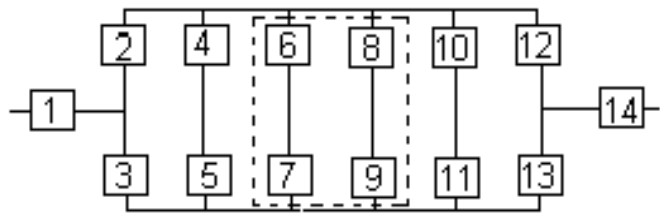
Вариант 3



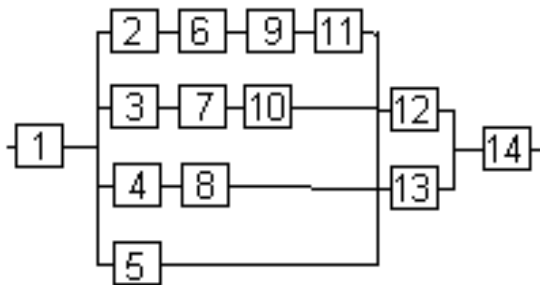
Вариант 4



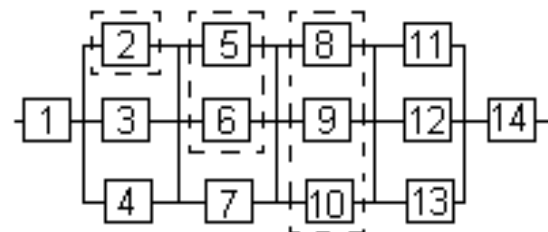
Вариант 5



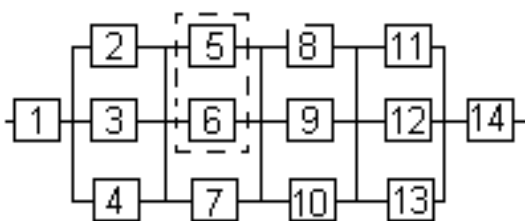
Вариант 6



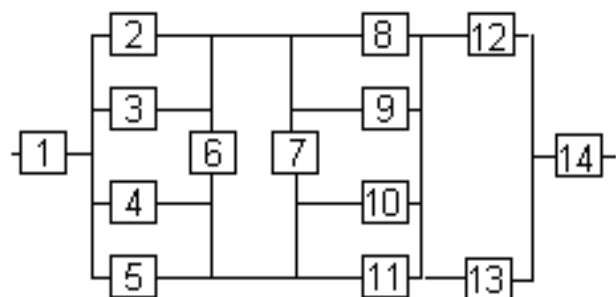
Вариант 7



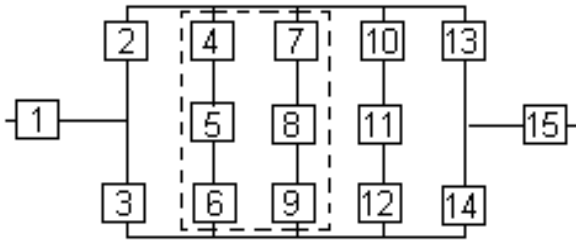
Вариант 8



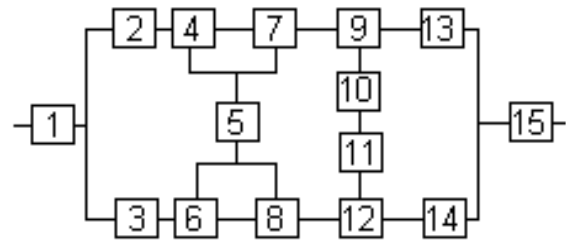
Вариант 9



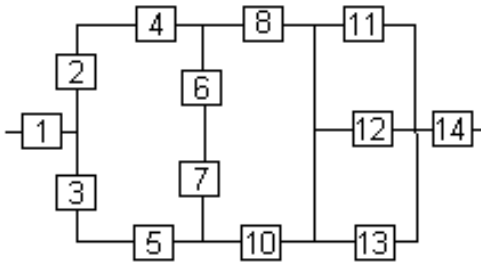
Вариант 10



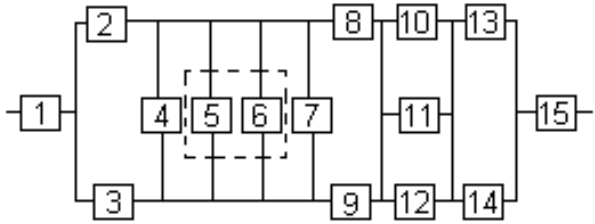
Вариант 11



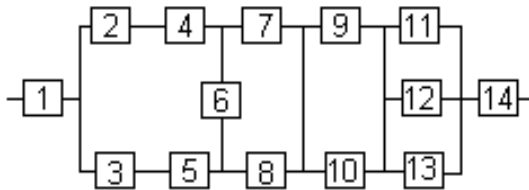
Вариант 12



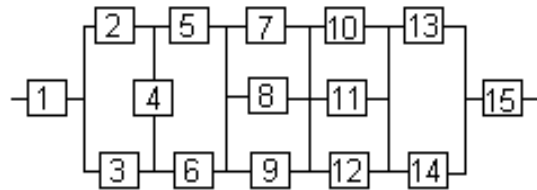
Вариант 13



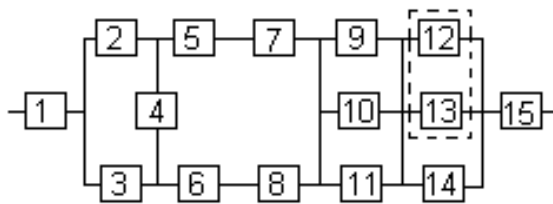
Вариант 14



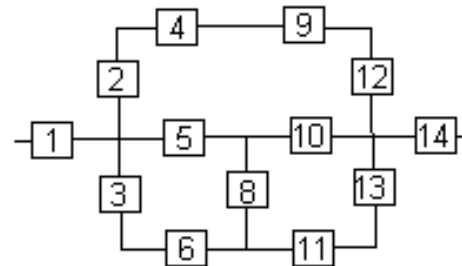
Вариант 15



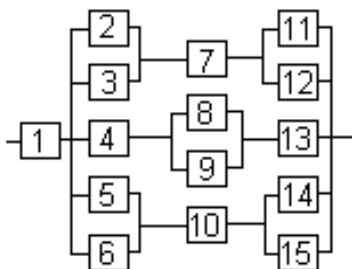
Вариант 16



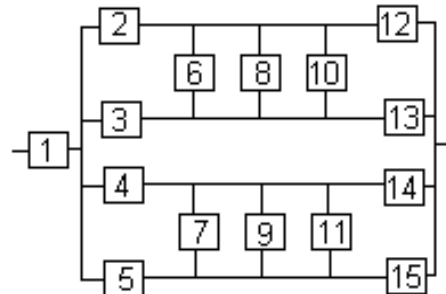
Вариант 17



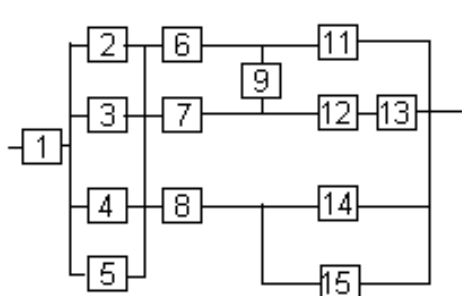
Вариант 18



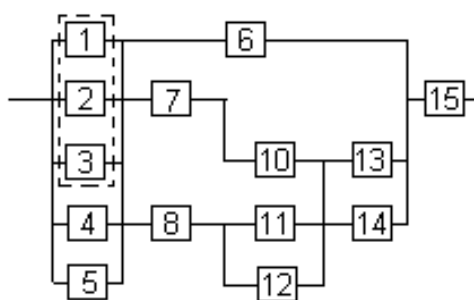
Вариант 19



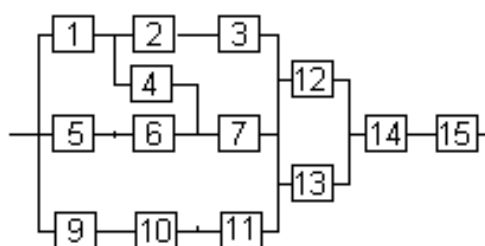
Вариант 20



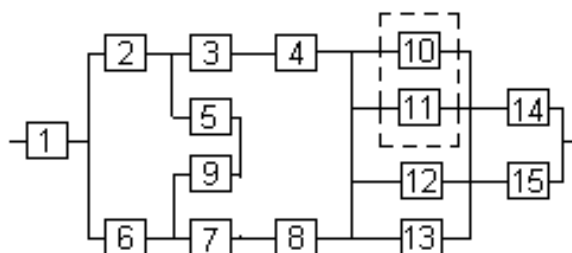
Вариант 21



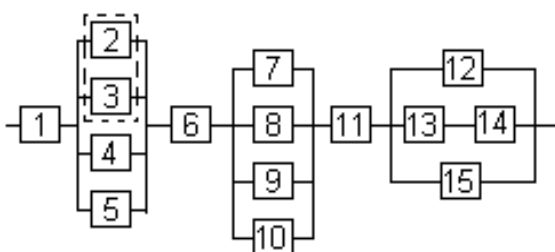
Вариант 22



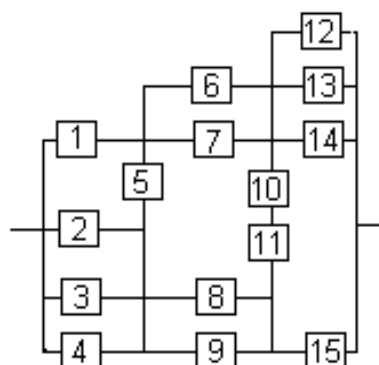
Вариант 23



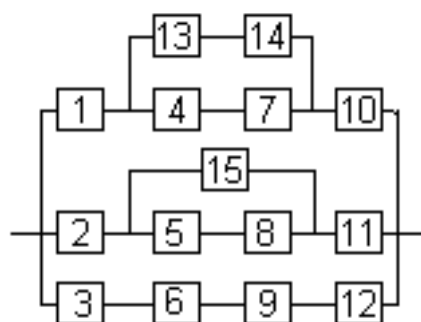
Вариант 24



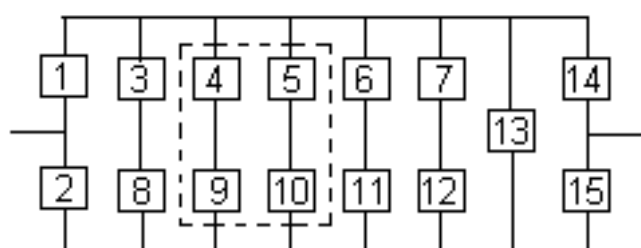
Вариант 25



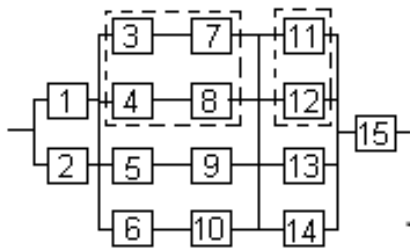
Вариант 26



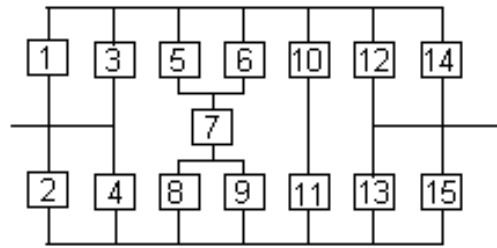
Вариант 27



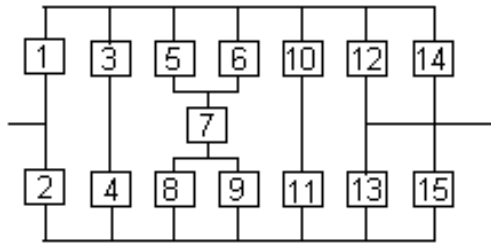
Вариант 28



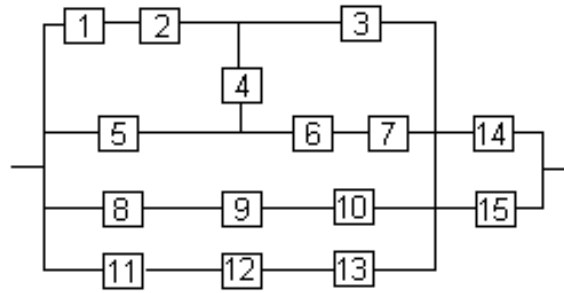
Вариант 29



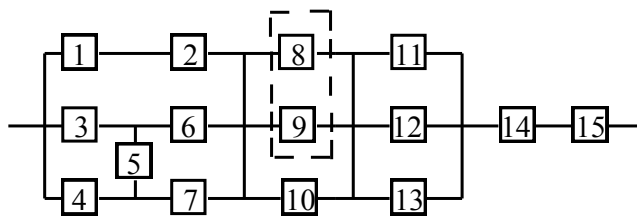
Вариант 30



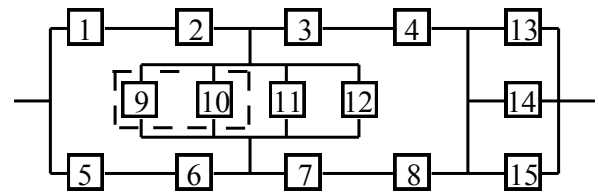
Вариант 31



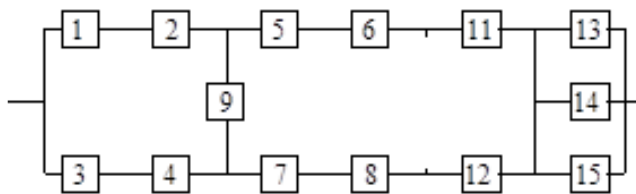
Вариант 32



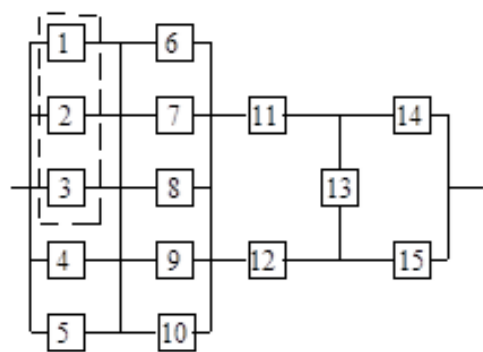
Вариант 33



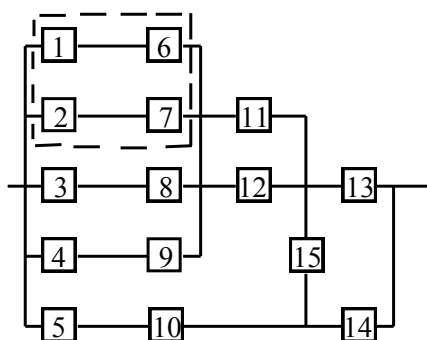
Вариант 34



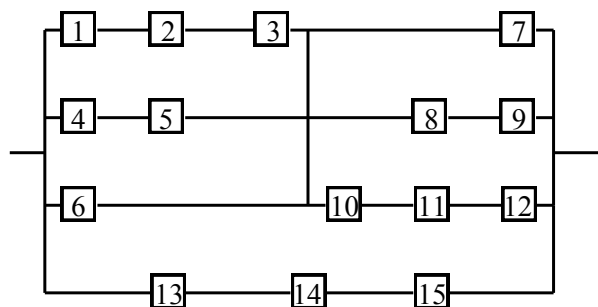
Вариант 35



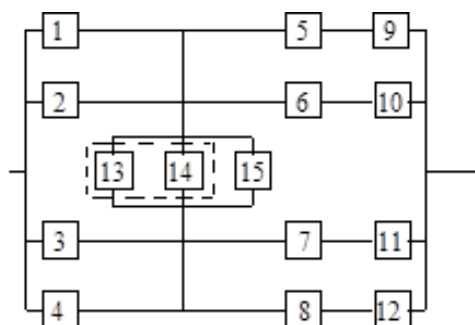
Вариант 36



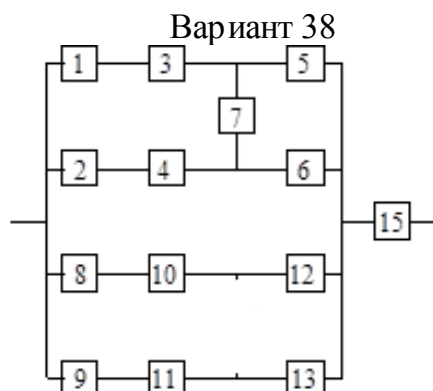
Вариант 37



Вариант 38



Вариант 39



Вариант 40

Таблица 1 - Численные значения параметров к заданию

№ вар.	$\gamma$ , %	Интенсивности отказов элементов, $\lambda_i, \times 10^{-6} 1/\text{ч}$														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	90	0,1	1,0				0,5	1,0				0,1				
2	95	0,2	0,5						1,0				0,1			
3	80	0,1	1,0			2,0		1,0			5,0			0,2		
4	70	0,05	1,0			0,5			0,2			0,02				
5	50	0,01	0,05	0,1		0,5			1,0							
6	75	0,01	0,05	1,0						0,05	0,1	-				
7	65	0,05	0,5			0,05		0,005	0,1	0,2	0,1	-				
8	85	0,1	0,5		0,2		0,01			0,5		0,1	-			
9	60	0,03	0,5		0,2		1,0			0,03		0,1	-			
10	50	0,1	0,5			1,0		0,5			1,0		0,1	-		
11	75	0,05	0,2	0,5						0,2		0,1				
12	65	0,02	0,1	1,0			2,0			0,1		0,05				
13	70	0,01	0,2		0,1		1,0			0,5		0,1	-			
14	50	0,01	0,1	10,0			0,2		10,0			0,5		-		
15	85	0,01	1,0	5,0			0,2		5,0			0,1		-		
16	80	0,1	1,0	2,0	1,0	5,0			3,0		1,0		0,05			
17	95	0,1	5,0	1,0	5,0	10,0		5,0			1,0		0,2			
18	60	0,01	1,0											0,1	-	



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
19	75	0,1	5,0		0,5	5,0		1,0	3,0		1,0	5,0		0,5	5,0		
20	90	0,1	10,0				20,0						10,0				
21	90	0,1	1,0				0,5			2,0		0,5	0,2		1,0		
22	80	1,0				0,2	0,5		1,0	0,5	1,0		1,0		0,1		
23	70	0,5	0,2	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,2		0,5	1,0		0,2			
24	60	1,0	2,0		4,0		2,0		4,0	5,0				1,0			
25	50	0,5	10,0				0,5	5,0			0,8	5,0	1,0		5,0		
26	60	1,0		2,0		3,0	5,0			2,0		5,0		1,0			
27	70	5,0			10,0			15,0			10,0			10,0	15,0	10,0	
28	80	1,0		2,0				5,0				2,0	1,0				
29	90	5,0		20,0				50,0				30,0				1,0	
30	80	2,0	1,0	2,0	1,0	5,0		2,0	5,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0		
31	70	2,0	1,0	2,0	1,0	5,0		2,0	5,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0		
32	60	5,0		2,0			5,0		1,0	2,0		3,0		1,0			
33	60	1,0	2,0	3,0		4,0	2,0	3,0		5,5			0,2	0,5			
34	90	6,0		3,0		6,0		3,0	6,0	20,0			10,0				
35	95	1,0	2,0		1,0		2,0	1,0	5,0								
36	80	2,0				1,0				0,6							
37	70	10,0				30,				5,0		2,0					
38	90	3,0			2,0		1,0	2,0	3,0	2,0							
39	90	8,0				3,0				5,0				2,0			
40	80	2,0				5,0		8,0	2,0			5,0		8,0			

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Малафеев, С. И. Надежность электроснабжения: учебное пособие / С. И. Малафеев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1876-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101833>

2. Калинин, В.Ф. Надёжность систем электроснабжения: учебное пособие / В.Ф. Калинин, А.В. Кобелев, С.В. Кочергин ; Тамбовский государственный технический университет. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2011. — 81 с.: ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978>

### Дополнительная литература

3. Васильев И.Е. Надежность электроснабжения: учебное пособие для вузов / И.Е. Васильев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - 174с.

4. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1268-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87584>

### Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Задоя, Н.И. Надёжность электроснабжения [текст] [Электронный ресурс]: Учеб. пособ. для бакалавров направления "ЭиЭ" для всех форм обучения/ Н.И. Задоя, Надёжность электроснабжения. - Электрон. дан. - Рубцовск: РИО, 2014. - 47 с.

## 5 Перечень информационных технологий

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

Используемое программное обеспечение:

1. Windows
2. LibreOffice
3. Microsoft Office
4. Acrobat Reader

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. Лань,
2. Университетская Библиотека Онлайн.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».