**Министерство образования, науки и молодежной политики**

**Забайкальского края**

**ГПОУ**

**Забайкальский горный колледж имени М.И. Агошкова**



**Методические указания**

по выполнению курсового проекта

по МДК 01.02 Основы технической эксплуатации и обслуживания

электрического и электромеханического оборудования

для студентов очного и заочного обучения специальности

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и

электромеханического оборудования (в горной отрасли)

На тему: «Проект электроснабжения участка карьера (разреза)»

Чита 2017

**Министерство образования, науки и молодежной политики**

**Забайкальского края**

**ГПОУ**

**Забайкальский горный колледж имени М.И. Агошкова**

**Методические указания**

по выполнению курсового проекта

по МДК 01.02 Основы технической эксплуатации и обслуживания

электрического и электромеханического оборудования

для студентов очного и заочного обучения специальности

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и

электромеханического оборудования (в горной отрасли)

На тему: «Проект электроснабжения участка карьера (разреза)»

Рекомендовано методическим советом

Забайкальского горного колледжа

от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г.

Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.И. Ефименко

Чита 2017

ББК 74. 202.2

УДК

А 55

Рецензенты: В. И. Петуров, к.т.н., доцент, профессор РАН, ЗабИЖТ .

О.С. Беломестнов, гл. энергетик «Быстринский ГОК»

Ответственный за выпуск: Т.Ю. Зайцева, зав. отделом по НИиМР

Абрамова Ю.В. **Основы техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического горного оборудования.** Методические указания по выполнению курсового проекта по МДК 01.02 Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования для студентов очного и заочного обучения по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (в горной отрасли) на тему: «Проект электроснабжения участка карьера (разреза)» / Ю.А. Абрамова – Чита: ЗабГК им.М.И. Агошкова, 2017.- 75 с.

В данной работе приводится структура курсового проекта, указания по разработке разделов проекта с необходимой методикой расчета каждого раздела.

© Абрамова Ю.В., 2017

© Забайкальский горный колледж, 2017

**1. Общие положения**

Задачи курсового проектирования по МДК 01.02 Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования:

1. Закрепление, углубление, систематизация и обобщение теоретических знаний по предмету.

2. Выработка умения применение теоретических знаний при решении вопросов производственно-технического характера.

3. Получение навыков самостоятельной работы со справочной литературы, действующими нормативами на проектирование и другой научно-технической литературой.

Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию, выдаваемому руководителем курсового проектирования и представляет собой технический документ, по которому можно выполнять основные электромонтажные работы на участке. Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки на 25- 30 страниц формата А4 (297 х 210 мм) и 2-х чертежей формата А1.

Пояснительная записка комплектуется в следующем порядке:

1. Титульный лист [1].

2. Задание на курсовое проектирование (на стандартном бланке, подписанное руководителем и председателем цикловой комиссии).

3. Содержание.

4. Текст пояснительной записки.

5. Список использованной литературы.

6. Приложение.

Графическая часть:

Лист № 1 - Схемы электроснабжения участка карьера (разреза)

Лист № 2 - Схемы электроснабжения участка на плане горных выработок или по индивидуальному заданию руководителя.

Чертежи выполняются в соответствии с действующими ГОСТами.

Задание на курсовое проектирование выдается руководителем в начале семестра, на котором запланировано его выполнение (Приложение). Срок окончания работы над курсовым проектом и сдачи его для проверки: не менее чем за 10 дней до начала экзаменационной сессии.

Нумерация страниц пояснительной записки должна вестись с учётом того, что титульный лист, задание на проектирование и лист содержание входят в общее число листов.

В пояснительной записке должны приводиться необходимые графики, схемы, таблицы, эскизы, которые пронумеровываются по порядку и должны быть увязаны с текстом. Однотипные расчёты не должны повторяться, подробно описывается лишь один пример расчёта, а результаты остальных однотипных расчётов сводятся в таблицу с указанием исходных величин и конечных результатов.

Особое внимание должно быть уделено обоснованию принимаемых решений, вопросам экономного расходования электроэнергии и цветных металлов, безопасного ведения работ и повышение надёжности показателей участковой сети электроснабжения, рационального использования материалов и оборудования.

Все формулы, встречающиеся в записке впервые, нумеруются. Повторно формулы не пишутся, а указывается номер формулы, по которой необходимо вести расчёт.

Разделы проекта разрабатываются в той последовательности, которая указана в задании. Исходные данные устанавливаются руководителем.

Содержание пояснительной записки состоит:

1. Оглавление.
2. Введение.
3. Краткая характеристика участка и характеристика потребителей электроэнергии.
4. Расчёт и устройство осветительной сети.
5. Выбор схемы электроснабжения участка.
6. Определение мощности и выбор типа трансформаторов главной понизительной подстанции, определения места расположения главной понизительной подстанции (ГПП).
7. Выбор мощности и типа трансформаторов комплектных трансформаторных передвижных подстанций (ПКТП) и места расположения ПКТП.
8. Выбор сечений воздушных линий по условиям нагрева и проверка по экономической плотности тока.
9. Выбор марки и сечения кабельных линий, проверка сечений кабельных линий по условиям нагрева.
10. Проверка сети по допустимой потери напряжения.
11. Выбор приключательных пунктов.
12. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением выше 1000 В.
13. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением ниже 1000 В.
14. Электрическая защита воздушных и кабельных линий электропередач, трансформаторов на карьерах (разрезах).
15. Устройство и расчёт защитного заземления на участке.
16. Техника безопасности при эксплуатации, ремонте и монтаже электрооборудования участка карьера (разреза).
17. Заключение.
18. Список использованной литературы.

**2. Указания по разработке разделов проекта**

**2.1. Введение**

В этом разделе излагаются задачи стоящие перед горнодобывающей промышленностью на текущий период времени, указываются возможные пути их решения, предусматриваемые перспективными планами развития отрасли, обосновывается возможность дальнейшего технического перевооружения горного производства и совершенствования систем электроснабжения технологических процессов добычи горной массы открытым способом.

**2.2. Краткая характеристика участка и характеристика потребителей электроэнергии**

Материал по данному разделу берётся из задания на проектирование. В разделе даётся краткое описание участка карьера, исходя из перечня машин и механизмов, принимается система разработки, транспортировки в пределах участка, водоотлив. Дается краткая характеристика всем потребителям напряжением до и выше 1000 В. Указываются основные технические данные сетевых двигателей и трансформаторов экскаваторов. Указываются основные технические данные и характеристики электрооборудования других потребителей.

**2.3. Расчёт и устройство осветительной сети**

Электрическое освещение на карьерах (разрезах) должно обеспечивать освещённость рабочих мест в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. Правильно выполненное электрическое освещение способствует повышению производительности труда и качества работ, улучшению условий и безопасности труда.

Для осветительных сетей в карьере, а также стационарных световых точек на передвижных машинах, механизмах и агрегатах должна применяться электрическая система с изолированной нейтралью при линейном напряжении не выше 220В (380 В).

Светотехнические расчёты сводятся к решению следующих задач:

1. Определению мощности ламп, необходимой для получения заданной освещённости, при выбранном типе светильников и их расположении на участке карьера.
2. Определению числа и расположение светильников известной мощности, необходимых для получения заданной освещённости.
3. Определению ожидаемой (расчётной) освещённости при известном типе, расположении и мощности светильников.

Для решения перечисленных задач в проектной практике используется ряд методов расчета освещенности.

Для освещения карьеров (разрезов) рекомендуется применять светильники с ксеноновыми и ртутно-кварцевыми лампами. Техническая характеристика электрических источников света приведена в таблице 1.

Таблица 1

Техническая характеристика электрических источников света

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник света | Тип | Напряжение, В | Мощность, Вт | Световой поток, лм |
| Дуговые  ртутные лампы | ДРЛ-125  ДРЛ-250  ДРЛ-400  ДРЛ-700 | 125  130  135  140 | 125  250  400  700 | 5600  11000  19000  35000 |
| Дуговые  ксеноновые лампы | ДКсТ-5000  ДКсТ-10000  ДКсТ-20000  ДКсТ-50000  ДКсТ-100000 | 110  220  380  380  380 | 5000  10000  20000  50000  100000 | 88000  220000  600000  2230000  3500000 |

Для освещения небольших участков карьеров (разрезов) лучшие результаты даёт прожекторное освещение. Для установки прожекторов используют стационарные (металлические, железобетонные) или передвижные мачты.

Общее необходимое число прожекторов или светильников марки ОУКсН для создания на расчётной площади заданной освещённости можно упрощённо определить по методу удельной мощности.

Согласно, данного метода находим удельную мощность прожектора или осветительной установки со светильниками ОУКсН и лампами ДКсТ, Вт на 1 м2 площади:

p = m∙ Ep, (1)

где m – ориентировочный коэффициент, учитывающий к.п.д. и использование светового потока прожектора или осветительной установки со светильниками ОУКсН и лампами ДКсТ и световую отдачу применяемого типа ламп, Вт/лк (см. табл.3);

Ер – расчётная освещённость, лк.

Ер = Ен ∙К, (2)

где Ен – нормируемая освещённость, лк;

К – коэффициент запаса (для прожекторного освещения или осветительной установки со светильниками ОУКсН и лампами ДКсТ- К = 1,5).

Значение норм освещённости Ен приведены в таблице 2.

Таблица 2

Нормы освещённости открытых площадок Ен

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Объект разреза | Наименьшая освещённость, лк | Плоскость, в которой нормируется освещённость | Примечание |
| Территория в районе ведения работ | 0,2 | На уровне освещаемой поверхности | Район работ, подлежащий освещению, устанавливается гл. инженером разреза |
| Место работы машин в разрезе, на породных отвалах и участках | 5  10 | Горизонтальная  Вертикальная | Освещённость должна быть обеспечена по всей глубине и высоте действия рабочего оборудования машин |
| Места ручных работ  Места разгрузки железнодорожных составов, автомобилей и автопоездов на отвалах приёмных перегрузочных пунктах  Район работы бульдозера (трактора) | 5  10  3  10 | Горизонтальная  Вертикальная  Горизонтальная  На уровне поверхности гусениц трактора | Освещённость обеспечивается на уровне освещаемой поверхности |
| Место работы гидромониторной установки | 5  10 | Горизонтальная  Вертикальная | Освещённость обеспечивается по всей высоте разрабатываемого уступа в радиусе действия гидромониторной струи воды |
| Место укладки породы в гидроотвал  Территория свеженамытых гидроотвалов  Места производства буровых работ | 5  0,2  10 | Горизонтальная  То же  Вертикальная | Освещённость обеспечивается на высоту мачты станка |

Ориентировочные значения коэффициента m (таблица 3) определяются по выбранному для конкретного случая источнику света и типу прожектора или светильника независимо от параметров и назначения освещаемой площади.

Таблица 3

Ориентировочные значения коэффициента m

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник света | Прожектор или светильник | Ширина освещаемой площадки, м | Значение коэффициента m при расчётной освещённости, лк | |
| 0,5 – 1,5 | 2 -30 |
| Лампы типа ДРЛ | ПЗС и ПСМ | 75-250  275-350 | 0,25  0,3 | 0,13  0,15 |
| Ксеноновая лампа  ДКсТ-20000 | ОУКсН  (Н=50 м)  ОУКсН  (Н=30 м)  «Аревик»  (Н=50 м) | 200-275  300-400  150-175  200-350  175-225  250-400 | 0,5  0,4  0,75  0,5  0,7  0,55 | 0,35  0,2  0,5  0,4  0,5  0,4 |
| Ксеноновая лампа  ДКсТ-10000 | СКсН  (Н=20÷30 м) | 100-150  175-250 | 0,55  0,4 | 0,45  0,35 |

Общее необходимое число прожекторов или светильников n для создания на расчётной площади заданной освещённости

n = p , (3)

где n – число прожекторов или светильников;

S – освещаемая площадь, м2 ;

S= а∙L,

где а –ширина и L-длина карьера даны в задании и табл.3;

Рл – мощность одной лампы, Вт.

Расстояние между мачтами, на которых устанавливаются светильники, принимается с учётом их высоты, назначения и особенностей освещаемой территории и не должно превышать 15-кратной высоты мачт.

Минимально допустимая высота установки прожекторов дана в таблице 4.

Таблица 4

Минимально допустимая высота установки прожекторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Прожектор | Лампа | | Минимальная  высота установки, м |
| тип | мощность, Вт |
| ПСМ-50, ПЗС-45 | ДРЛ 700 | 700 | 12 |
| ПСМ-50-1, ПЗС-45 | ДРЛ 400 | 400 | 8 |
| ПЗР-400 | ДРЛ 400 | 400 | 8 |
| ПЗР-250 | ДРЛ 250 | 250 | 6 |
| ОУКсНФ-50000 | ДКсТ-50000 | 50000 | 50 |
| ОУККсН-200000 | ДКсТ-20000 | 20000 | 28 |
| СКсН-10000 | ДКсТ-10000 | 10000 | 25 |
| ОУЖКс-20000 | ДКсТ-20000 | 20000 | 28 |
| «Аревик» | ДКсТ-20000 | 20000 | 28 |

Для питания осветительных установок, в виду того, что напряжение сети и напряжение светильника различны, необходимо устанавливать понижающие трансформаторы.

Необходимая мощность трансформатора для питания осветительных установок S кВА определяется по формуле

Sт.ос = (4)

где - суммарная мощность ламп, Вт;

- к.п.д. осветительной сети (= 0,95-0,96);

– к.п.д. светильников;

= 0.8 -коэффициент мощности светильников.

**2.4. Выбор схемы электроснабжения участка**

В системе электроснабжения карьера (разреза) особое место уделяется схеме внешнего электроснабжения. Так как на карьерах имеются потребители 1-й и 2-й категории, то число линий (или цепей) должно быть не менее двух. Питающие линии карьеров (разрезов) чаще всего сооружают на напряжение 35 и 110 кВ.

В зависимости от схемы внешнего электроснабжения и мощности трансформаторов применяют различные схемы первичных цепей ГПП. Схемы ОРУ (открытые распределительные устройства) с короткозамыкателями применяются на ГПП с трансформаторами мощностью 6300 кВА и выше. Каждый трансформатор питается от отдельной радиальной линии 35-220 кВ. Подвод радиальной линии к трансформатору осуществляется через разъединитель и короткозамыкатель. При возникновении в трансформаторе ГПП повреждений короткозамыкатель под действием релейной защиты (дифференциальной или газовой) включается, искусственно создавая замыкание, которое вызовет отключение выключателя на районной подстанции данной линии. Вспомогательными контактами привода короткозамыкателя замкнётся цепь привода отделителя, который и отключает повреждённый трансформатор. Отключение отделителя произойдёт в период «бестоковой паузы», т.е. когда с отделителя и всей питающей линии будет снято напряжение в результате отключения выключателя на районной подстанции. Схемы ОРУ ГПП и участковых подстанций с разъединителями и предохранителями ПСН-35-110 рекомендуются для трансформаторов мощностью до 4000 кВА напряжением 35 кВ до 6300 кВА напряжением 110 кВ. Такие подстанции более экономичны и удобны в эксплуатации по сравнению с подстанциями с короткозамыкателями и отделителями. Предохранителями ПСН-35-110 обеспечивают селективное отключение трансформаторов.

Схемы ОРУ подстанций с ПСН-35-110 применяют на передвижных комплектных подстанциях, предназначенных для питания отдельных мощных экскаваторов или удалённых участков горных работ. Трансформаторы с первичным напряжением 6 кВ на всех участковых подстанциях рекомендуется включать по схеме с разъединителями и предохранителями. Система внутреннего электроснабжения карьера представляет собой совокупность главных понизительных подстанций, распределительных пунктов и распределительных сетей.

В зависимости от расположения линий электропередачи относительно фронта горных работ схемы подразделяются на три вида: продольные, поперечные и комбинированные. В курсовом проекте необходимо принять продольную схему внутреннего электроснабжения.

Далее необходимо описать расположение воздушных и кабельных линий, выбрать места расположения приключательных пунктов и комплектных трансформаторных подстанций.

**2.5. Определение мощности и выбор типа трансформаторов главной**

**понизительной подстанции (ГПП)**

При определении расчётных нагрузок для выбора трансформатора, от которых питаются одноковшовые экскаваторы, возникают определённые трудности. Дело в том, что потребление электроэнергии одноковшовыми экскаваторами за один цикл работы даже в хорошо подготовленном рыхлом забое носит ярко выраженный неравномерный характер при копании и поворотах на разгрузку и в забой. Неравномерность потребления электроэнергии одноковшовыми экскаваторами может зависеть и от климатических условий года. Зимой по условиям нагрева электрических машин и по условиям подготовки забоя электрические нагрузки экскаваторов могут быть больше, чем летом. Поэтому расчётные нагрузки для выбора трансформаторов, от которых питаются одноковшовые экскаваторы с приводом на постоянном токе, определяются приближенно по номинальной мощности приводного двигателя главного преобразовательного агрегата и коэффициенту спроса Кспт

(5)

где Км – коэффициент, учитывающий пики мощности экскаватора;

Кпер – коэффициент допустимой перегрузки трансформатора;

– к.п.д. двигателя;

ŋс– к.п.д. сети.

Среднее значение коэффициентов спроса и расчётного cosφпр приёмников электроэнергии можно найти в таблице 5.

Таблица 5

Значение коэффициентов k**/**спт и расчётного cosφпр приёмников электроэнергии

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование машин и механизмов | k**/**спт | cosφпр |
| Одноковшовые экскаваторы с однодвигательным приводом на переменном токе | 0,45-0,55 | 0,6-0,65 |
| Многоковшовые экскаваторы | 0,65-0,75 | 0,7-0,75 |
| Отвалообразователи | 0,5-0,6 | 0,65-0,7 |
| Станки вращательного бурения | 0,6-0,7 | 0,7-0,75 |
| Станки ударного бурения | 0,2-0,6 | 0,6-0,65 |
| Ленточные конвейеры забойные | 0,5-0,65 | 0,6-0,65 |
| Ленточные конвейерные сборные | 0,65-0,7 | 0,65-0,7 |
| Насосы, землесосы гидромеханизации | 0,8 | 0,88-0,87 |
| Насосы водоотлива | 0,8 | 0,8-0,85 |
| Компрессоры передвижные | 0,7-0,8 | 0,8-0,85 |
| Электромеханические мастерские | 0,3-0,4 | 0,58-0,61 |
| Электросварка | 0,3-0,4 | 0,4-0,5 |
| Освещение | 0,9 | 1 |
| Механизмы технологического комплекса (дробилки, грохоты, транспортёры и т.п.) | 0,55-0,65 | 0,75-0,8 |

На экскаваторах, привод главных механизмов которых выполнен на постоянном токе, установлено много двигателей переменного тока, которые питаются от трансформаторов, устанавливаемых на экскаваторе. Мощность таких трансформаторов на современных экскаваторах составляет от 20 до 400 кВА. На основании эксплуатационных данных можно принять, что коэффициент мощности двигателей вспомогательных механизмов cosφпр= 0,70,75. Расчётную мощность группы однотипных экскаваторов можно определить по формулам:

(6)

(7)

Расчётная мощность нескольких групп однотипных экскаваторов определяется по формулам:

(8)

(9)

где – номинальная мощность приводных двигателей главных преобразовательных агрегатов, кВт;

Кспт – коэффициент спроса (принимаем по таблице 5);

– соответствует коэффициенту мощности приводных двигателей главных механизмов при номинальной нагрузке;

(10)

cosφт (11)

где Рт – активная мощность приводов вспомогательных механизмов, кВт;

Sном.т.- номинальная мощность трансформатора, кВА;

cosφт - средневзвешанный коэффициент мощности двигателей вспомогательных механизмов.

Кроме одноковшовых экскаваторов на карьерах работают приёмники с более или менее равномерным характером потребления электроэнергии – роторные экскаваторы и комплексы. На карьере может быть группа приёмников с практически равномерным потреблением энергии – конвейеры, насосы, компрессоры, вентиляторы. При определении мощности трансформаторов главной стационарной подстанции расчётная мощность перечисленных однородных групп приёмников (компрессоры, конвейеры и т.д.) определяется так же через номинальную мощность двигателей и коэффициент спроса Кспт.

Расчётная мощность группы однородных приёмников Ррасч.гр, кВт определяется по формуле

, (12)

где Кспт – коэффициент спроса (принимаем по таблице 6);

Рном активная номинальная мощность приводных двигателей однородных приёмников, кВт;

Кпер – коэффициент перегрузки трансформаторов, принимается равным 1,1-1,3;

– к.п.д. сети ( = 0,97-0,99 для гибких кабелей; = 0,94-0,95 – для воздушных линий);

(13)

где tgφпр – соответствует коэффициенту мощности однородных приёмников (принимается по таблицам 5, 6).

Расчётная мощность нескольких однородных групп приёмников определяется по формулам:

(14)

(15)

где Кс.max – коэффициент совмещения максимума нагрузок приёмников, Кс.max= 0,85-0,95

(16)

Расчётная мощность трансформаторов главной стационарной подстанции определиться по формуле

= (17)

Общая мощность трансформаторов должна удовлетворять условию

(18)

где Sт.ном – номинальная мощность принятого трансформатора, кВА.

Для упрощения определения расчётных нагрузок удобнее составить таблицу следующего образца:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Приёмник  электроэнергии | Количество приёмников | Номинальная мощность одного  приёмника Рном, кВт (кВА) | Суммарная номинальная мощность  приёмников ∑Рном кВт (кВА) | Коэффициенты спроса Кспт | cosφ | tgφ | Расчётная  мощность | |
| Рр,кВт | кВар |
| Напряжение 6 кВ | | | | | | | | |
| 1.Экскаватор ЭКГ  а) приводные двигатели преобразовательных агрегатов  б) трансформаторы |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Напряжение 0,4 кВ | | | | | | | | |
| 1.Буровой станок |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.Осветительный трансформатор |  |  |  | 0.9 | 1 | 0 |  |  |
| Итого |  |  |  |  |  |  |  |  |

Технические данные сетевых двигателей экскаваторов и трансформаторов приведены в таблице 6.

Таблица 6

Технические данные сетевых электродвигателей и трансформаторов карьерных экскаваторов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип экскаватора | Рн  кВт | Тип | Uн,  В | Iн,  А | % | Сos φн |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ЭКГ 4,6, ЭКГ 5  Сетевой двигатель  ТСН | 250  40 | АЭ-113-4У2  ТМЭ-40/6 | 6000  6000 | 28,7  3,85 | 91,5 | 0,85 |
| ЭКГ 8И, ЭКГ4У, ЭКГ 6,3Ус  Сетевой двигатель  Сетевой двигатель  ТСН | 520  630  100 | СДЭУ-14-29-6У2  СДЭ2-15-34-6У2  ТМЭ 100/6 | 6000  6000  6000 | 63,5  7,2  9,63 | 93  93,8 | 0,85  опер  0,9 опер |
| ЭКГ 12,5 ЭКГ 15  Сетевой двигатель  ТСН | 1250  160 | СДЭУ-15-39-6  ТМЭ 160/6 | 6000  6000 | 139  15,4 | 95,6 | 0,9 опер |

окончание таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ЭКГ 12 (экскаватор гидравлический)  Сетевой двигатель  Двигатель гидросистемы  ТСН | 250  320  250 | АЭ3-400М-4У2  АЭ-12-39-6  ТМЭ-250 | 6000  6000  6000 | 28,7  30,8  24,1 | 91,5 | 0,85 |
| ЭКГ 20  Трансформатор питания  ТСН | 2500  400 | ТС3П-2500/10ЭКХЛ2  ТМЭ-400/10ХЛ1 | 6000  6000 | 241  38,5 |  |  |
| ЭШ 6.45М  Сетевой двигатель  ТСН | 520  250 | СДСЭ-14-296  ТМ-250 | 6000  6000 | 63,5  24,1 | 93 | 0,85  опер |
| ЭШ 10.70, ЭШ 13.50  Сетевой двигатель  ТСН | 1250  250 | СДЭУ-1539-6  ТМЭ-250 | 6000  6000 | 139  24,1 | 95,6 | 0,9 опер |
| ЭШ 15.90  Сетевой двигатель  ТСН | 1900  2х400 | СДЭ3-15-64-6  ТМЭ-400 | 6000  6000 | 226  38,5 | 95,6 | 0,9 опер |
| ЭШ 20.90  Сетевой двигатель  ТСН | 2500  2х400 | СДЭ2-17-69-8У2  ТМЭ-400/10У1 | 6000  6000 | 266  38,5 |  |  |
| ЭШ 25.100  Сетевой двигатель  ТСН | 2х1900  2х400 | СДЭ3-15-64-6  ТМЭ-400/10У1 | 6000  6000 | 226  38,5 | 95,6 | 0,9 опер |
| ЭШ 40.85  Сетевой двигатель  ТСН | 2х2250  4х400 | СДЭ2-17-69-8ХЛ2  ТМЭ-400/10У1 | 10000  10000 | 237  23,1 | 95,7 | 0,9 опер |
| ЭШ 65.100  Сетевой двигатель  ТСН | 4х2250  6х400 | СДЭ2-17-69-8ХЛ2  ТМЭ-400/10У1 | 10000  10000 | 237  23,1 | 95,7 | 0,9 опер |
| ЭШ 30.110  Сетевой двигатель  ТСН | х2250  4х400 | СДЭ2-17-69-8ХЛ2  ТМЭ-400/10У1 | 10000  10000 | 237  23,1 | 95,7 | 0,9 опер |

Таблица 6.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип экскаватора | Кс | Сosφ | tgφ | Ррас,  кВт | Qрас,  кВар |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ЭКГ 4,6, ЭКГ 5  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | 0,85  0,65 | 0,62  1,17 | 150  24 | 93  28,1 |
| ЭКГ 8И, ЭКГ4У, ЭКГ 6,3Ус  Сетевой двигатель  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6  0,6 | -0,85  -0,85  -0,65 | -0,62  -0,62  1,17 | 312  378  60 | -193  -234  70 |

окончание таблицы 6.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ЭКГ 12,5 ЭКГ 15  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,7 | -0,48  1,02 | 750  96 | -360  98 |
| ЭКГ 12 (экскаватор гидравлический)  Сетевой двигатель  Двигатель гидросистемы  ТСН | 0,6  0,6  0,6 | 0,85  0,85  0,7 | 0,62  0,62  1,02 | 150  192  150 | 93  119  153 |
| ЭКГ 20  Трансформатор питания  ТСН | 0,6  0,6 | 0,7  0,7 | 1,02  1,02 | 1500  240 | 1530  245 |
| ЭШ 6.45М  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,85  0,7 | -0,62  1,02 | 312  150 | -193  153 |
| ЭШ 10.70, ЭШ 13.50  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,6 | -0,48  1,02 | 750  150 | -360  153 |
| ЭШ 15.90  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,7 | -0,48  1,02 | 1140  480 | -547  490 |
| ЭШ 20.90  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,7 | -0,48  1,02 | 1500  480 | -720  490 |
| ЭШ 25.100  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,7 | -0,48  1,02 | 2280  480 | -1094  490 |
| ЭШ 40.85  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,7 | -0,48  1,02 | 2700  960 | -1296  979 |
| ЭШ 65.100  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,7 | -0,48  1,02 | 4500  1440 | -2160  1469 |
| ЭШ 30.110  Сетевой двигатель  ТСН | 0,6  0,6 | -0,9  0,7 | -0,48  1,02 | 2700  960 | -1296  979 |

Таблица 7

Технические данные электрооборудования буровых станков

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип станка | Суммарная уст. мощность, кВт | U,  В | Кс | Cosφ | tgφ | Ррас,  кВт | Qрас, кВар | Sрас, кВА | Масса станка,  т |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| СБР 125-30 | 24,8 | 380 | 0,65 | 0,7 | 1,02 | 16,1 | 16,4 | 23 | 12 |
| СБР 160Б-32 | 128 | 380 | 0,65 | 0,7 | 1,02 | 83,2 | 84,9 | 119 | 32 |
| 3СБШ-200-60 | 282 | 380 | 0,7 | 0,7 | 1,02 | 197 | 201 | 282 | 62 |
| СБШ-250МНА-32 | 386 | 380 | 0,7 | 0,7 | 1,02 | 270 | 275 | 386 | 59 |

окончание таблицы 7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| СБШ-320-36 | 712 | 380 | 0,7 | 0,7 | 1,02 | 498 | 508 | 712 | 110 |
| СБУ-125А-32 | 49 | 380 | 0,65 | 0,7 | 1,02 | 40 | 32,5 | 45,6 |  |
| СБУ-160 | 146 | 380 | 0,65 | 0,7 | 1,02 | 95 | 97 | 136 |  |
| СБУ-200 | 250 | 380 | 0,65 | 0,7 | 1,02 | 163 | 166 | 233 |  |

На ГПП карьера (разреза) принимается количество трансформаторов определённой мощности (согласно расчётов) с таким расчётом, чтобы при выходе из строя одного из трансформаторов другой (другие) трансформатор обеспечивал 75-80% максимальной нагрузки карьера.

**2.6. Выбор мощности и типа трансформаторов и комплексных**

**трансформаторных подстанций (ПКТП) и место расположения ПКТП**

Передвижные комплектные трансформаторные подстанции (ПКТП) предназначены для питания буровых станков, осветительных установок, насосов водоотлива и прочих низковольтных потребителей карьеров напряжением 380 В. ПКТП выпускают на различные мощности: 160, 250, 400, 630 кВА.

В данном разделе необходимо выбрать тип ПКТП.

После определения типа ПКТП необходимо определить мощность установленного силового трансформатора по формуле

, (19)

, (20)

, (21)

где – коэффициент спроса (см. табл.6);

– активная номинальная мощность приводных двигателей;

–коэффициент перегрузки трансформаторов, принимается равным 1,1-1,3;

– к.п.д. сети (= 0.970,99 для гибких кабелей; =0,940,95 для воздушных линий).

- соответствует коэффициенту мощности однородных приёмников (принимается по таблицам 6, 7).

После вычисления Sрасч. определяем мощность трансформатора, которая больше расчётного значения, т.е.

и выбираем марку трансформатора по таблице 8.

Таблица 8

Силовые трёхфазные двухобмоточные трансформаторы 6-220кВ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип трансформатора | Номинальная мощность S,  кВА | Номинальное  напряжение U, кВ | | Потери Р,кВт | | Напряжение  UКЗ, % |
| ВН | НН | ХХ | КЗ |
| ТМ-25/6 | 25 | 6 | 0,4 | 0,135 | 0,6 | 4,5 |
| ТМ-40/6 | 40 | 6 | 0,4 | 0,19 | 0,88 | 4,5 |
| ТМ-63/6 | 63 | 6 | 0,4 | 0,268 | 1,28 | 4,5 |
| ТМ-100/6 | 100 | 6 | 0,4 | 0,365 | 1,97 | 4,5 |
| ТМ-160/6 | 160 | 6 | 0,4 | 0,565 | 2,65 | 4,5 |
| ТМ-250/6 | 250 | 6 | 0,4 | 0,82 | 3,7 | 4,5 |
| ТМ-400/6 | 400 | 6 | 0,4 | 1,05 | 5,5 | 4,5 |
| ТМ-630/6 | 630 | 6 | 0,4 | 1,56 | 7,6 | 4,5 |
| ТМ-1000/6 | 1000 | 6 | 0,4 | 2,45 | 11,6 | 4,5 |
| ТМ-1600/6 | 1600 | 6 | 0,4 | 3,36 | 16,5 | 4,5 |
| ТМ-2500/6 | 2500 | 6 | 0,4 | 3,9 | 24,2 | 5,5 |
| ТМ-4000/6 | 4000 | 6 | 0,4 | 5,45 | 33,5 | 6,5 |
| ТМ-6300/6 | 6300 | 6 | 6,3 | 7,65 | 46,5 | 6,5 |
| ТМ-25/35 | 25 | 35 | 0,4 | 0,135 | 0,6 | 4,5 |
| ТМ-40/35 | 40 | 35 | 0,4 | 0,19 | 0,88 | 4,5 |
| ТМ-63/35 | 63 | 35 | 0,4 | 0,265 | 0,28 | 4,5 |
| ТМ-100/35 | 100 | 35 | 0,4 | 0,42 | 1,97 | 6,5 |
| ТМ-160/35 | 160 | 35 | 0,4 | 0,545 | 3,05 | 6,5 |
| ТМ-250/35 | 250 | 35 | 0,4 | 1 | 3,7 | 6,5 |
| ТМ-400/35 | 400 | 35 | 0,4 | 1,35 | 5,5 | 6,5 |
| ТМ-630/35 | 630 | 35 | 0,4 | 1,9 | 7,6 | 6,5 |
| ТМ-630/35 | 630 | 35 | 6,3 | 2 | 7,6 | 6,5 |
| ТМ-1000/35 | 1000 | 35 | 6,3 | 2,35 | 11,9 | 6,5 |
| ТМ-1600/35 | 1600 | 35 | 6,3 | 3,1 | 11,9 | 6,5 |
| ТМ-2500/35 | 2500 | 35 | 6,3 | 4,35 | 24,2 | 6,5 |
| ТМ-4000/35 | 4000 | 35 | 6,3 | 5,7 | 33,5 | 7,5 |
| ТМ-6300/35 | 6300 | 35 | 6,3 | 9,25 | 46,5 | 7,5 |
| ТМ-10000/35 | 10000 | 38,5 | 6,3 | 12,3 | 65 | 7,5 |
| ТД-16000/35 | 16000 | 36,75 | 6,3 | 17,8 | 90 | 8 |
| ТДН-25000/35 | 25000 | 36,75 | 6,3 | 29 | 145 | 9,5 |
| ТД-40000/35 | 40000 | 38,5 | 6,3 | 39 | 180 | 8,5 |
| ТМН-2500/110 | 2500 | 110 | 6,6 | 6,5 | 22 | 10,5 |
| ТМН-6300/110 | 6300 | 115 | 6,6 | 11,5 | 48 | 10,5 |
| ТДН-10000/110 | 10000 | 115 | 6,6 | 15,5 | 60 | 10,5 |
| ТДН-16000/110 | 16000 | 115 | 6,6 | 24 | 85 | 10,5 |
| ТРДЦН-63000/110 | 63000 | 115 | 6,3х2  38,5 | 70 | 245 | 10,5 |
| ТРДЦН-80000/110 | 80000 | 115 | 6,3х2  38,5 | 85 | 310 | 10,5 |
| ТРДЦН-80000/220 | 80000 | 230 | 6,6х2  38,5 | 53 | 167 | 12 |
| ТРДЦН-63000/220 | 63000 | 230 | 6,6х2  38,5 | 82 | 300 | 12 |

Таблица 9

Технические данные силовых трансформаторов напряжением 6-35 кВ.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трансформатор | Номинальная мощность S,  кВА | Номинальное напряжение U, кВ | | Потери Р, кВт | | Напряжение  Uк.з., % | Ток х.х., Iхх% | Полная масса, кг. | Схема и группа соединения обмоток |
| ВН | НН | РХХ. | РК.З. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ТМ-25/6 | 25 | 6;10 | 0,23;0,4 | 0,135 | 0,6 | 4,5 | 3,2 | 350 | У/Ун-0  У/Zн-11 |
| ТМ-40/6 | 40 | 6;10 | 0,23;0,4 | 0,19 | 0,88;1 | 4,5 | 3 | 455 | У/Ун-0  У/Zн-11 |
| ТМ-63/6 | 63 | 6;10 | 0,23;0,4 | 0,268 | 1,28 | 4,5; 4,7 | 2,8 | 520 | У/Ун-0  У/Zн-11 |
| ТМ-100/6 | 100 | 6;10 | 0,23;0,4 | 0,365 | 1,97 | 4,5 | 2,6 | 675 | У/Ун-0  У/Zн-11 |
| ТМ-100/35 | 100 | 35 | 0,4 | 0,42 | 1,97 | 6,5 | 2,6 | 720 | У/Ун-0  У/Zн-11 |
| ТМ-160/6 | 160 | 6;10 | 0,23;0,4 | 0,565 | 2,65 | 4,5 | 2,4 | 950 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТМ-160/35 | 160 | 35 | 0,23;0,4 | 0,545 | 3,05 | 6,5 | 2,2 | 1950 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТМ-250/6 | 250 | 6;10 | 0,23;0,4;0,69 | 0,82 | 3,7 | 4,5 | 2,3 | 1260 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТМ-250/35 | 250 | 35 | 0,4;0,69 | 1 | 3,7 | 6,5 | 2,3 | 1955 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТМ-400/6 | 400 | 6;10 | 0,4;0,69 | 1,05 | 5,5 | 4,5 | 2,1 | 1700 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТМ-400/35 | 400 | 35 | 0,4;0,69 | 1,35 | 5,5 | 6,5 | 2,1 | 2575 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТМ-630/6 | 630 | 6;10 | 0,4;0,69 | 1,56 | 7,6 | 5,5 | 2 | 2500 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТМ-630/35 | 630 | 35 | 0,4;0,69 | 1,9 | 7,6 | 6,5 | 2 | 3030 | У/Ун-0  Д/Ун-11 |
| ТЗС-160/10 | 160 | 6;10 | 0,23; 0,4;  0,69 | 0,7 | 2,7 | 5,5 | 4 | 1400 | Д/2н-11 |
| ТЗС-160/10 | 160 | 6,3;  10,5 | 0,4 | 0,7 | 2,7 | 5,5 | 4 | 1400 | Д/Ун-11 |
| ТЗС-250/10 | 250 | 6;10 | 0,23; 0,4;  0,69 | 1 | 3,8 | 5,5 | 3,5 | 1800 | Д/Ун-11 |
| ТЗС-250/15 | 250 | 13,8;  15,7 | 0,4 | 1,1 | 4,4 | 8 | 4 | 2200 | Д/Ун-11 |
| ТЗС-400/10 | 400 | 6;10 | 0,23; 0,4;  0,69 | 1,3 | 5,4 | 5,5 | 3 | 2400 | Д/Ун-11 |
| ТЗС-400/15 | 400 | 13,8;  15,7 | 0,4 | 1,4 | 6 | 8 | 3,5 | 2700 | Д/Ун-11 |
| ТЗС-630/10 | 630 | 6;10 | 0,4; 0,69 | 2 | 7,3 | 5,5 | 1,5 | 3400 | Д/Ун-11  У/Ун-0 |
| ТСЗС-630/10 | 630 | 6;10 | 0,4 | 2 | 8,5 | 8 | 2 | 3800 | Д/Ун-11  У/Ун-0 |
| ТЗС-630/15 | 630 | 13,8;  15,7 | 0,4 | 2,3 | 8,7 | 8 | 2 | 4000 | Д/Ун-11 |

окончание таблицы 9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ТЗС-1000/10 | 1000 | 6;10 | 0,4; 0,69 | 3 | 11,2 | 5,5 | 1,5 | 4600 | Д/Ун-11  У/Ун-0 |
| ТСЗС-1000/10 | 1000 | 6;10;  10,5 | 0,4; 0,63 | 3 | 12 | 8 | 2 | 5600 | Д/Ун-11  У/Ун-0 |
| ТЗС-1000/15 | 1000 | 13,8;  15,7 | 0,4 | 3,2 | 12 | 8 | 2 | 5000 | Д/Ун-11 |
| ТЗС-1600/10 | 1600 | 6;10 | 0,4; 0,69 | 4,2 | 16 | 5,5 | 1,5 | 6500 | Д/Ун-11 |
| ТЗС-1600/10 | 1600 | 13,8;  15,7 | 0,4 | 4,3 | 16 | 8 | 2 | 6800 | Д/Ун-11 |
| ТМ-1000/10 | 1000 | 6;10 | 0,4; 0,69; 6,3 | 2,45 | 11,6 | 5,5 | 1,4 | 4200 | У/Ун-0  Д/Ун-11  У/Д-11 |
| ТМ-1000/35 | 1000 | 35 | 6,3; 10,5 | 2,35 | 11,9 | 6,5 | 1,5 | 6000 | У/Д-11  У/Ун-0 |
| ТМС-1000/6 | 1000 | 3,15;  6,3 | 0,4 | 2,1 | 11,9 | 5,5 | 1,4 | 6000 | У/УО-0 |
| ТМН-1000/35 | 1000 | 35 | 6,3;11 | 2,35 | 11,9 | 6,5 | 1,5 | 8100 | У/Д-11 |
| ТМ-1600/10 | 1600 | 6;10 | 6,3 | 3,3 | 16,5 | 5,5 | 1,3 | 5800 | У/Д-11 |
| ТМ-1600/35 | 1600 | 35 | 6,3;  10,5 | 3,65 | 16,2 | 6,4 | 1,15 | 6322 | У/Д-11 |
| ТМН-1600/35 | 1600 | 35 | 6,3;11 | 3,1 | 11,9 | 6,5 | 1,4 | 9600 | У/Д-11 |
| ТМ-2500/10 | 2500 | 6;10 | 0,4; 3,1; 6,3; 10,5 | 3,9 | 24, 2 | 5,5 | 1,0 | 8000 | Д/Ун-11  У/Д-11 |
| ТМ-2500/35 | 2500 | 35 | 6,3; 10,5 | 4,35 | 24,2 | 6,5 | 1,1 | 9600 | У/Д-11 |
| ТМН-2500/35 | 2500 | 35 | 6,3;11 | 4,35 | 24,2 | 6,5 | 1,1 | 12300 | У/Д-11 |
| ТМ-4000/10 | 4000 | 6;10 | 3,15; 6,3 | 5,45 | 33,5 | 6,5 | 0,9 | 13200 | У/Д-11 |
| ТМ-4000/35 | 4000 | 35 | 6,3; 10,5 | 5,7 | 33,5 | 7,5 | 1,0 | 13200 | У/Д-11 |
| ТМН-4000/35 | 4000 | 35 | 11 | 6,85 | 32,5 | 7,5 | 0,77 | 14735 | У/Д-11 |
| ТМ-6300/6 | 6300 | 10;6 | 3,15; 6,3; 10,5 | 7,65 | 46,5 | 6,5 | 0,8 | 17300 | У/Д-11  Д/Д-0-0 |
| ТМ-6300/3 | 6300 | 35 | 6,3;11 | 9,25 | 76,5 | 7,5 | 0,6 | 18170 | У/Д-11 |
| ТМН-6300/35 | 6300 | 35 | 6,3;11 | 8 | 46,5 | 7,5 | 0,6 | 19600 | У/Д-11 |
| ТД-10000/35 | 10000 | 38,5 | 6,3; 10,5 | 12,3 | 65 | 7,5 | 0,8 | 21800 | У/Д-11 |
| ТДНС-10000/15 | 10000 | 13,8; 15,75 | 6,3 | 12,3 | 65 | 7,5 | 0,8 | 28800 | УН/У-0 |
| 10000 | 36,75 | 6,3; 10,5 | 12,3 | 65 | 7,5 | 0,8 | 28800 | УН/У-0 |
| 10000 | 10,5 | 6,3; 3,15 | 12,3 | 65 | 7,5 | 0,8 | 28800 | УН/Д-11 |
| ТД-16000/35 | 16000 | 36,75 | 6,3; 10,5 | 17,8 | 90 | 8 | 0,6 | 31300 | У/Д-11 |
| ТДНС-16000/15 | 16000 | 10,5; 15,75 | 6,3 | 17,8 | 90 | 8 | 0,6 | 35800 | УН/У-0 |
| 16000 | 36,75 | 10,5; 6,3 | 17,8 | 90 | 8 | 0,6 | 35800 | УН/Д-11 |

**2.7. Выбор сечения воздушных линий по условиям нагрева и проверка по экономической плотности тока**

Воздушные линии электропередачи предназначены для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на опорах и закрепленным с помощью изоляторов и арматуры. На открытых горных работах сооружаются стационарные и передвижные воздушные линии. Стационарные внутрикарьерные линии сооружаются на нерабочих уступах для подачи электроэнергии к внутрикарьерным распределительным пунктам и подстанциям. Передвижные линии электропередачи, подлежащие перемещению, удлинению или укорачиванию, сооружаемые на нерабочих уступах, выполняются на опорах с железобетонными, деревянными или металлическими основаниями.

Для внутрикарьерных воздушных линий электропередачи, должны применяться провода: алюминиевые - марки А, сталеалюминиевые -марки АС и стальные- многопроволочные марки ПС,ПМС. Для передвижных линий карьеров используют алюминиевые провода сечением не более 120 мм2. Для карьеров в районах со скоростью ветра свыше 20 м/с и в условиях гололёда с толщиной стенки 10 мм и более должны применяться сталеалюминиевые провода АС сечением не более 95 мм2. Стальные многопроволочные провода необходимо применять для прокладки по опорам воздушных линий заземляющих магистралей от заземляющих контуров до приключательных пунктов, комплектных трансформаторных подстанций в карьере.

Перед выбором сечений проводов линий электропередачи (ЛЭП) надо составить схему электроснабжения карьера (разреза) с указанием расстояний от источника питания до потребителей электроэнергии (экскаваторов, буровых станков, трансформаторных подстанций, источников осветительных приборов и т.п.).

Выбор сечений проводов ЛЭП производится по нагреву и экономичной плотности тока. В соответствии с ПУЭ проверке экономической плотности тока не подлежат:

1. сети напряжением до 1000В при использовании максимума нагрузки до 4000-5000 час;
2. ответвления к отдельным электроприемникам напряжением до 1000В
3. временные сети и сети с малым сроком службы (3-5 лет).

В соответствии с критериями ПУЭ приведенными выше, сечение проводов распределительных ЛЭП, от которых питаются горные машины, не выбирается по экономической плотности тока.

Расчётный ток для выбора сечения провода для одного или группы однотипных одноковшовых экскаваторов определяется по формуле:

, (22)

где – сумма активных мощностей приводных двигателей и трансформаторов главных преобразовательных агрегатов одноковшовых экскаваторов, кВт;

– сумма реактивных мощностей приводных двигателей и трансформаторов главных преобразовательных агрегатов одноковшовых экскаваторов, кВар;

номинальное напряжение сети, кВ

Расчётный ток для выбора сечения провода для одного или группы однотипных буровых станков определяется по формуле

, (23)

где – сумма активных мощностей буровых станков, кВт;

– сумма реактивных мощностей буровых станков, кВар;

номинальное напряжение сети, кВ.

Расчётный ток для выбора сечения провода для одного или группы однотипных осветительных установок определяется по формуле:

, (24)

где – сумма номинальных мощностей осветительных установок, кВт;

номинальное напряжение сети, кВ.

Проверка выбора сечений проводов по нагреву сводится к сравнению расчётного тока Iрасч. с длительно допустимыми токами нагрузки, проводимыми для стандартных сечений проводов по таблицам 10, 11.

(25)

Таблица 10

Технические данные алюминиевые неизолированных (голых) проводов марки А

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальное сечение, мм2 | Диаметр провода,  мм | Сопротивление  1 км при 200С, Ом r0, Ом/км | Число и диаметр проволок, мм | Разрывное усилие,  кгс | Масса 1 км,  кг |
| 16 | 5,1 | 1,8 | 7х1,70 | 308 | 43 |
| 25 | 6,4 | 1,15 | 7х2,13 | 459 | 68 |
| 35 | 7,5 | 0,84 | 7х2,50 | 603 | 94 |
| 50 | 9,0 | 0,58 | 7х3,00 | 837 | 135 |
| 70 | 10,7 | 0,41 | 7х3,55 | 1152 | 189 |
| 95 | 12,3 | 0,31 | 7х4,10 | 1509 | 252 |
| 120 | 14,0 | 0,25 | 19х2,80 | 2030 | 321 |
| 150 | 15,8 | 0,19 | 19х3,15 | 2492 | 406 |
| 185 | 17,8 | 0,16 | 19х3,50 | 3044 | 502 |
| 240 | 20,0 | 0,12 | 19х4,00 | 3897 | 655 |
| 300 | 22,1 | 0,1 | 37х3,15 | 4863 | 794 |
| 350 | 24,2 | 0,083 | 37х3,45 | 5822 | 952 |
| 400 | 25,6 | 0,074 | 37х3,66 | 6471 | 1072 |
| 450 | 27,3 | 0,064 | 37х3,90 | 7332 | 1217 |
| 500 | 29,1 | 0,058 | 37х4,15 | 8163 | 1378 |
| 550 | 30,3 | 0,053 | 61х3,37 | 9159 | 1500 |
| 600 | 31,5 | 0,049 | 61х3,50 | 9758 | 1618 |
| 650 | 32,9 | 0,045 | 61х3,66 | 10671 | 1769 |
| 700 | 34,2 | 0,042 | 61х3,80 | 11505 | 1907 |
| 750 | 35,6 | 0,039 | 61х3,95 | 12202 | 2061 |
| 800 | 36,9 | 0,037 | 61х4,10 | 13143 | 2220 |

Таблица 11

Технические данные сталеалюминиевых неизолированных (голых) проводов марки АС

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальное сечение, (алюминий/ сталь), мм2 | Диаметр провода, мм | Сопротивление 1 км при 200С, Ом r0, Ом/км | Количество и диаметр проволок, мм | | Разрывное усилие | масса 1 км, кг |
| алюминиевых | стальных |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10/1,8 | 4,5 |  | 6х1,50 | 1х1,50 |  | 42,7 |
| 16/2,7 | 5,6 | 1,78 | 6х1,85 | 1х1,85 | 635 | 65 |
| 25/4,2 | 6,9 | 1,15 | 6х2,30 | 1х2,30 | 949 | 100 |

окончание таблицы 11

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 35/6,2 | 8,4 | 0,78 | 6х2,80 | 1х2,80 | 1380 | 148 |
| 50/8 | 9,6 | 0,6 | 6х3,20 | 1х3,20 | 1746 | 195 |
| 70/11 | 11,4 | 0,42 | 6х3,80 | 1х3,80 | 2462 | 276 |
| 70/72 | 15,4 | 0,42 | 18х2,20 | 19х2,20 |  | 755 |
| 95/16 | 13,5 | 0,3 | 6х4,5 | 1х4,5 | 3405 | 385 |
| 95/141 | 19,8 | 0,32 | 24х2,20 | 37х2,20 | 18446 | 1357 |
| 120/19 | 15,2 | 0,24 | 26х2,40 | 7х1,85 | 4237 | 471 |
| 120/27 | 15,4 | 0,25 | 30х2,20 | 7х2,20 | 5047 | 528 |
| 150/19 | 16,8 | 0,21 | 24х2,80 | 7х1,85 | 4725 | 554 |
| 150/24 | 17,1 | 0,20 | 26х2,70 | 7х2,10 | 5335 | 599 |
| 150/34 | 17,5 | 0,21 | 30х2,50 | 7х2,50 | 6392 | 675 |
| 185/24 | 18,9 | 0,154 | 24х3,15 | 7х2,10 | 5926 | 705 |
| 185/29 | 18,8 | 0,159 | 26х2,98 | 7х2,30 | 6332 | 728 |
| 185/43 | 19,6 | 0,156 | 30х2,80 | 7х2,80 | 7935 | 846 |
| 185/128 | 23,1 | 0,154 | 54х2,10 | 37х2,10 | 18757 | 1525 |
| 240/32 | 21,6 | 0,118 | 24х3,60 | 7х2,40 | 7658 | 921 |
| 240/56 | 22,4 | 0,12 | 30х3,20 | 7х3,20 | 10026 | 1106 |
| 300/39 | 27,0 | 0,096 | 24х4,00 | 7х2,65 | 9242 | 1132 |
| 300/48 | 24,1 | 0,098 | 36х3,80 | 7х2,95 | 10268 | 1186 |
| 1000/56 | 42,4 | 0,029 |  |  | 22862 | 3210 |

Для выбора магистральной линии сечение провода производится по формуле

, (26)

где ,

- сумма активных и реактивных мощностей всех электроприемников. кВт, кВар;

– экономическая плотность тока принимается по таблицам справочной литературы в соответствии с указаниями ПУЭ в зависимости от продолжительности максимума нагрузки , А/мм2. Значение принимаем по таблице 12.

Таблица 12

Экономическая плотность тока для электрических сетей напряжением выше 1000В

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Голые провода и шины | Экономическая плотность тока (А/мм2) при продолжительности использования максимума активной нагрузки τ, ч/год | | |
| 1000-3000 | 3000-5000 | 5000-8700 |
| Медные | 2,5 | 2,1 | 1,8 |
| Алюминиевые:  Европейская часть СССР  Забайкалье и Дальний Восток, Центральная Сибирь, Казахстан, Средняя Азия | 1,3  1,5 | 1,1  1,4 | 1,0  1,3 |

**2.8. Выбор и проверка марки и сечения кабельных линий**

На открытых горных разработках широко используются для питания электроприёмников различные кабельные линии. Для стационарных установок карьера (разреза) (магистральные конвейеры, компрессорные и насосные установки, мастерские и т.п.) применяют бронированные и небронированные кабели с пропитанной и обедненно-пропитанной бумажной изоляцией СБ, СК, АСБ, СБГ,ААБГ, , ААГ, ААШВ. Для питания передвижных электроприёмников карьеров (разрезов) (экскаваторы, буровые станки, оборудование горно-транспортных комплексов и тд.) применяются гибкие кабели с резиновой изоляцией.

Для питания электроэнергией экскаваторов применяются гибкие кабели на напряжение 6-10 кВ марки КГЭ, КГЭ-ХЛ, КШВГ, КШВГН (К – кабель, Ш – шланговая резиновая оболочка, резиновая изоляция, В – высоковольтный, Г – гибкий, Н – морозостойкая резина, Т - изоляция из термостойкой резины). Эти кабели выпускаются с сечением жил от 10 до 150 мм2. Для питания буровых станков применяются кабели КГ, КГ-Х, КПГС

Техническая характеристика гибких высоковольтных кабелей дана в таблице 13.

Таблица 13

Конструктивные размеры силовых гибких кабелей марки КГЭ, КГЭ-ХЛ

на напряжение 6 кВт ГОСТ 9388-82 (РТМ)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число и сечение жил, мм2 | | | Наружный диаметр,  мм | Масса 1 км, кг | r0,  Ом/км | х0,  Ом/км |
| основных | заземления | вспомогательные |
| 3х10 | 1х6 | 1х6 | 41,2 | 2170 | 1,84 | 0,11 |
| 3х16 | 1х6 | 1х6 | 43,8 | 2522 | 1,15 | 0,10 |
| 3х25 | 1х10 | 1х6 | 46,4 | 3014 | 0,74 | 0,09 |
| 3х35 | 1х10 | 1х6 | 50,2 | 3641 | 0,54 | 0,09 |
| 3х50 | 1х16 | 1х10 | 53,9 | 4309 | 0,37 | 0,08 |
| 3х70 | 1х16 | 1х10 | 63,3 | 5835 | 0,26 | 0,08 |
| 3х95 | 1х25 | 1х10 | 66,5 | 6998 | 0,19 | 0,08 |
| 3х120 | 1х35 | 1х10 | 72 | 8267 | 0,15 | 0,08 |
| 3х150 | 1х50 | 1х10 | 77,6 | 9802 | 0,12 | 0,7 |

Таблица 14

Конструктивные размеры силовых гибких кабелей на напряжение 660 В

со вспомогательной жилой марки КГ (РТМ)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Число и сечение жил, мм2 | | | Наружный диаметр, мм | Масса 1 км, кг |
| основные | заземление | вспомогательные |
| 3х25 | 1х10 | 1х4 | 30,5 | 1691 |
| 3х35 | 1х10 | 1х6 | 34,7 | 2204 |
| 3х50 | 1х16 | 1х10 | 41,2 | 3123 |
| 3х70 | 1х16 | 1х10 | 45,7 | 4079 |
| 3х95 | 1х25 | 1х10 | 51 | 5238 |
| 3х120 | 1х35 | 1х10 | 55,9 | 6440 |

Таблица 15

Технические данные кабелей КГЭ, ЭВТ, ГРШЭ на 6000 и 1140 В

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число и номинальное сечение жил, мм2 | | | Наружный диаметр, мм | Масса 1 км кабеля, кг | Удельное сопротивление силовой жилы, Ом/км | | Емкость силовой жилы относительно экрана, мкФ/км | Допустимый длительный ток, А |
| основные | заземляющие | контрольные | активное r0при t=200C | индуктивное х0 |
| КГЭ-1140 | | | | | | | | |
| 3х35 | 1х10 | 1х6 | 33 | 3300 | 0,512 | 0,088 | 0,720 | 112 |
| 3х50 | 1х16 | 1х10 | 46 | 4420 | 0,359 | 0,084 | 0,837 | 139 |
| 3х70 | 1х16 | 1х10 | 52 | 5174 | 0,256 | 0,081 | 0,960 | 180 |
| 3х95 | 1х25 | 1х10 | 60 | 6028 | 0,189 | 0,078 | 1,11 | 220 |
| 3х120 | 1х35 | 1х10 | 73 | 7032 | 0,149 | 0,077 | 1,13 | 256 |
| ЭВТ-6000 | | | | | | | | |
| 3х16 | 1х10 | - | 42,8 | 3267 | 1,12 | 0,103 | - | 38 |
| 3х16 | 1х10 | 1х4 | 46,6 | 3899 | 1,12 | 0,103 | - | 38 |
| 3х25 | 1х10 | - | 45,8 | 3837 | 0,717 | 0,092 | - | 81 |
| 3х25 | 1х10 | 1х4 | 49,6 | 4429 | 0,717 | 0,092 | - | 81 |
| 3х35 | 1х10 | - | 48,2 | 4360 | 0,512 | 0,088 | - | 99 |
| 3х35 | 1х10 | 1х4 | 82,6 | 4981 | 0,512 | 0,088 | - | 99 |
| ГРШЭ-1140 | | | | | | | | |
| 3х16 | 1х10 | 3х4 | 40,9 | 2597 | 1,22 | 0,093 | 0,363 | 105 |
| 3х25 | 1х10 | 3х4 | 42,1 | 2939 | 0,767 | 0,089 | 0,424 | 135 |
| 3х35 | 1х10 | 3х4 | 18,9 | 3869 | 0,539 | 0,082 | 0,520 | 165 |
| 3х50 | 1х10 | 3х4 | 50,9 | 4460 | 0,394 | 0,080 | 0,570 | 200 |
| 3х70 | 1х10 | 3х4 | 55,3 | 5387 | 0,281 | 0,077 | 0,870 | 250 |

После того как вами были выбраны марки кабельных линий необходимо произвести выбор сечения жил кабелей.

Расчетный ток кабельных линий для экскаваторов определяется как для воздушных линий:

, (27)

где -активная, реактивная мощности двигателя и трансформатора одного бурового станка кВт, кВар;

- напряжение бурового станка, кВ.

Расчетный ток кабельных линий для буровых станков определяется по формуле

(28)

где -активная, реактивная мощность одного бурового станка кВт, кВар;

- напряжение бурового станка кВ.

Расчетный ток осветительной установки определяется по формуле

. (29)

где -номинальная мощность одной осветительной установки кВт,;

- напряжение осветительной установки, кВ.

По расчетному току принимаем сечение жил кабелей. Для экскаваторных кабелей необходимо брать пятижильные (три-основных, одну- заземления, одну- вспомогательную). Для буровых станков, осветительных установок –четырехжильные.

Проверка на нагрев выбранных марок кабелей производится аналогично воздушным линиям.

Таблица 16

Токовые нагрузки (А) на шнуры переносные шланговые лёгкие и средние, кабели переносные шланговые тяжёлые, кабели шахтные гибкие шланговые с медными жилами на напряжение до 660 В

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сечение  жилы, мм2 | Провода и кабели | | | Сечение  жилы, мм2 | Провода и кабели | | |
| одножильные | двухжильные | трёхжильные | одножильные | двухжильные | трёхжильные |
| 0,5 | - | 12 | - | 10 | 90 | 75 | 60 |
| 0,75 | - | 16 | 14 | 16 | 120 | 95 | 80 |
| 1,0 | - | 18 | 16 | 25 | 160 | 125 | 105 |
| 1,5 | - | 23 | 20 | 35 | 190Р | 150 | 130 |
| 2,5 | 40 | 33 | 28 | 50 | 235 | 185 | 160 |
| 4 | 50 | 43 | 36 | 70 | 290 | 235 | 200 |
| 6 | 65 | 55 | 45 |  |  |  |  |

**Примечание:** токовые нагрузки распространяются на провода и кабели как с заземляющей жилой, так и без неё.

Таблица 17

Длительно допустимая токовая нагрузка (А) на шланговые провода и кабели с резиновой изоляцией жил при температуре окружающего воздуха +250С

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сечение токопроводящей жилы, мм2 | Тип провода или кабеля | | | | | |
| ШРПЛ (одножильные) | ШРПС, КРПТ (двухжильные) | ГРШС (трёхжильные | ГТШ, КШВГ  (трёхжильные) | | |
| напряжение, кВ | | |
| 0,5 | 3 | 6 |
| 1,0 | - | 14 | 14 | - | - | - |
| 1,5 | - | 19 | 19 | - | - | - |
| 2,5 | 34 | 30 | 25 | - | - | - |
| 4 | 43 | 38 | 34 | - | - | - |
| 6 | 55 | 50 | 43 | 43 | 47 | 50 |
| 10 | 75 | 70 | 55 | 60 | 60 | 60 |
| 16 | 100 | 85 | 70 | 75 | 80 | 85 |
| 25 | 135 | 110 | 95 | 100 | 105 | 110 |
| 35 | 160 | 135 | 115 | 120 | 125 | 135 |
| 50 | 200 | 165 | 145 | 155 | 155 | 165 |
| 70 | 245 | 215 | 180 | 185 | 195 | - |

**Примечание:** токовые нагрузки относятся к кабелям, как с заземляющей жилой, так и без неё.

Кроме того, кабели напряжением выше 1000В проверяют на термическую устойчивость от воздействия токов, к.з. по формуле

, (30)

где - установившееся значение тока к.з. А (принимаем ток трехфазного КЗ после расчетов токов КЗ);

– приведённое время действия тока к.з принимаемое равным , с;

с – коэффициент, равный при напряжении до 10 кВ: для кабелей с медными жилами – с=165, для кабеля с алюминиевыми жилами – с=90.

**2.9. Проверка сети по допустимой потери напряжения**

При понижении напряжения асинхронные электродвигатели уменьшают свой развиваемый момент с последующей остановкой. Поэтому необходимо знать допустимое отклонение на зажимах двигателей.

На карьерах (разрезах) потери напряжения в электрической цепи трансформатор- воздушная линия- кабель могут составлять 10%, что является допустимым.

Потери напряжения необходимо определить для самого удаленного и самого мощного потребителя электроэнергии на проектируемом участке работ.

Суммарные потери напряжения от ГПП до самого удаленного электроприемника определяются

=10% (31)

Потерю напряжения в трёхфазной ЛЭП, нагрузка которой сосредоточена на конце линии, определяют по формуле

, (32)

где r0, x0,–активное и реактивное удельные сопротивления проводов линии, Ом/км (значение которых даны в таблицах 13, 14);

- расчётный ток воздушной линии, А;

L – длина воздушной линии, км;

- номинальное напряжение, кВ.

Таблица 18

Сопротивлений линий электропередач марки А

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка провода | r, Ом/км | х, Ом/км | < |
| 2А-120 | 0,185 | 0,656 | 74015’ |
| 2А-150 | 0,154 | 0,649 | 76038’ |
| 2А-185 | 0,135 | 0,645 | 78011’ |
| 3А-120 | 0,138 | 0,610 | 77014’ |
| 3А-150 | 0,120 | 0,606 | 78049’ |
| 3А-185 | 0,107 | 0,604 | 79057’ |

Таблица 19

Расчётные значения полного удельного сопротивления проводов линии марки А и АС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Провод | r0, Ом/км | x0, Ом/км | при cosφ | | | | | | | |
| 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| А-16 | 1,96 | 0,375 | 1,979 | 1,926 | 1,863 | 1,793 | 1,717 | 1,639 | 1,559 | 1,476 |
| А-25 | 1,27 | 0,361 | 1,318 | 1,300 | 1,269 | 1,233 | 1,19 | 1,146 | 1,1 | 1,051 |
| А-35 | 0,92 | 0,366 | 0,988 | 0,986 | 0,974 | 0,955 | 0,931 | 0,904 | 0,876 | 0,844 |
| А-50 | 0,64 | 0,355 | 0,718 | 0,73 | 0,731 | 0,725 | 0,714 | 0,7 | 0,686 | 0,668 |
| А-70 | 0,46 | 0,345 | 0,544 | 0,563 | 0,572 | 0,575 | 0,572 | 0,567 | 0,561 | 0,552 |
| А-95 | 0,34 | 0,333 | 0,426 | 0,45 | 0,464 | 0,474 | 0,474 | 0,475 | 0,474 | 0,47 |
| А-120 | 0,27 | 0,327 | 0,358 | 0,384 | 0,401 | 0,412 | 0,418 | 0,422 | 0,424 | 0,424 |
| АС-16 | 2,06 | 0,389 | 2,078 | 2,022 | 1,956 | 1,881 | 1,801 | 1,718 | 1,635 | 1,547 |
| АС-25 | 1,38 | 0,376 | 1,428 | 1,405 | 1,371 | 1,329 | 1,283 | 1,233 | 1,183 | 1,128 |
| АС-35 | 0,85 | 0,362 | 0,919 | 0,922 | 0,912 | 0,897 | 0,875 | 0,852 | 0,827 | 0,799 |
| АС-50 | 0,65 | 0,353 | 0,727 | 0,738 | 0,738 | 0,731 | 0,719 | 0,706 | 0,69 | 0,672 |
| АС-70 | 0,46 | 0,341 | 0,543 | 0,561 | 0,57 | 0,572 | 0,57 | 0,564 | 0,558 | 0,548 |
| АС-95 | 0,33 | 0,331 | 0,416 | 0,44 | 0,454 | 0,462 | 0,465 | 0,466 | 0,466 | 0,462 |

Потерю напряжения в кабельной линии определяют по формуле

, (33)

где – расчётный ток кабельной линии, А;

,–активное, индуктивное сопротивления кабеля от пункта питания до приёмника, Ом\км,

Uном – номинальное напряжение сети, кВт;

L – длина кабельной линии, км.

В двухобмоточном трансформаторе потерю напряжения определяют по формуле

, (34)

где Uа% = Рк/Sт.ном ∙10 – активная составляющая потерь напряжения при номинальной нагрузки трансформатора ,%;

– потери мощности в меди трансформатора при к.з., кВт (принимается по каталогам или справочным таблицам, где указаны характеристики трансформатора).

, (35)

где - реактивная составляющая потери напряжения в трансформаторе при номинальной нагрузке;

UК% - напряжение к.з. трансформатора (принимается по паспортным данным трансформатора);

Sт.ном – номинальная мощность трансформатора, кВ А;

𝛽– коэффициент загрузки трансформатора:

*,* (36)

где – расчётная мощность, по которой производили выбор мощности трансформатора, кВА;

-номинальная мощность трансформатора, кВА;

cosφ=0,4 – средний коэффициент активности мощности до ГПП;

sinφ=0,16 – средний коэффициент реактивной мощности до ГПП

Потери напряжения в магистральной воздушной линии определяются:

, (37)

После окончания расчётов необходимо скорректировать полученные по нагреву, потере напряжения и экономической плотности тока расчётные выбранные сечения проводов воздушных и кабельных линий.

**2.10. Выбор приключательных пунктов**

Приключательные пункты, предназначенные для присоединения к высоковольтной ЛЭП отдельных рабочих машин, передвижных подстанций, представляют собой комплектные распределительные устройства наружной установки набираемые из одной или нескольких ячеек.

В данном разделе необходимо выбрать тип приключательного пункта, обосновать свой выбор, указать номинальные параметры коммутационных аппаратов.

**2.11. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением выше 1000 В**

Расчет токов короткого замыкания производится для выбора коммутационных аппаратов, аппаратов защиты, токов уставки реле защиты.

В данном разделе студентам необходимо произвести расчет токов КЗ.

Определение величины тока при возможном КЗ сводится в основном к подсчёту сопротивлений элементов короткозамкнутой цепи. При этом в высоковольтных сетях активными и ёмкостными сопротивлениями обычно пренебрегают ввиду их малого влияния КЗ и учитывают лишь индуктивные сопротивления отдельных элементов (трансформаторов, воздушных линий, кабелей и т.д.) короткозамкнутой цепи.

Расчёт токов КЗ ведут в абсолютных (именованных) или относительных единицах.

Студентам предлагается произвести расчёт токов КЗ в именованных единицах.

Для расчёта токов КЗ достаточно знать следующие величины на шинах районной подстанции:

1. мощность трёхфазного КЗ Sк МВ А;
2. действующее значение установившегося тока КЗ I, кА;
3. индуктивное сопротивление системы хс бесконечной мощности Ом.

Индуктивное сопротивление системы хс бесконечной мощности можно определить по формуле

(38)

где Uном.ср – среднее номинальное напряжение той ступени трансформации, где заданы или , кВ.

Если питающая система имеет бесконечно большую мощность, то можно принимать равным нулю.

Расчёт токов КЗ начинается с составления однолинейной расчётной схемы электрической цепи и схемы ее замещения. Далее расставляются точки КЗ, в которых необходимо произвести расчет токов КЗ. После составления схемы замещения с точками КЗ определяют активные и реактивные (индуктивные) сопротивления отдельных элементов короткозамкнутой цепи, результирующие сопротивления цепи и источника питания до точки КЗ, величину тока при трехфазном КЗ Iк(3), величину тока при двухфазном КЗ Iк(2), действующее значение полного тока ударный ток КЗ ,мощность трехфазного КЗ .

Определяют величину тока КЗ на шинах ГПП по формуле

(39)

где –мощность КЗ на шинах ГПП;

– среднее номинальное напряжение, кВ, за среднее номинальное напряжение, по стандарту принимают 0,25; 0,4; 0,660; 3,15; 6,3; 10,5; 15,75; 37; 115 кВ и т.д.;

Полное сопротивление системы Z=/=хс

Активное и реактивное сопротивления хвл, Ом воздушных линий определяем по формуле

rвл=r0

, (40)

где r0, – активное и реактивное сопротивление 1км линии, Ом/км, табличная величина согласно выбранной марки воздушной линии;

L–длина линии, км.

Активное и реактивное сопротивление , Ом силовых трансформаторов по формуле

∙ , (41)

где напряжение КЗ принимают по паспортным данным трансформатора (обычно );

– среднее номинальное напряжение для принятой основной ступени трансформации, кВ;

– номинальная мощность трансформатора, МВ А.

rтр=𝛥Рк∙2 (42)

где 𝛥Рк-потери активной мощности при КЗ (паспортные данные трансформатора).

Находим далее результирующие сопротивления цепи и источника питания до нужной точки КЗ. (хрез.и rрез).

Далее по формуле определяем величину тока при трехфазном КЗ Iк(3), кА для каждой точки КЗ

Iк(3)=1.05∙Uном/√3∙ (43)

Далее по формуле определяем величину тока при двухфазном КЗ Iк(2), кА для каждой точки КЗ

Iк(2)=0.82∙ Iк(3) (44)

Ударный ток , кА определяется для каждой точки КЗ по формуле

Iк(3) (45)

где - ударный коэффициент (находится по таблице в справочнике) для расчетов примем равным 1.2.

Действующее значение полного тока КЗ и мощность трёхфазного КЗ определяют для каждой точки КЗ соответственно по формулам:

Iк(3) (46)

Iк(3) (47)

Полученные величины токов К.З в именованных единицах являются реальными только для той ступени напряжения, которая принята за основную и к которой приведено результирующее сопротивление.

На рис. 1 показан пример электрической однолинейной схемы.

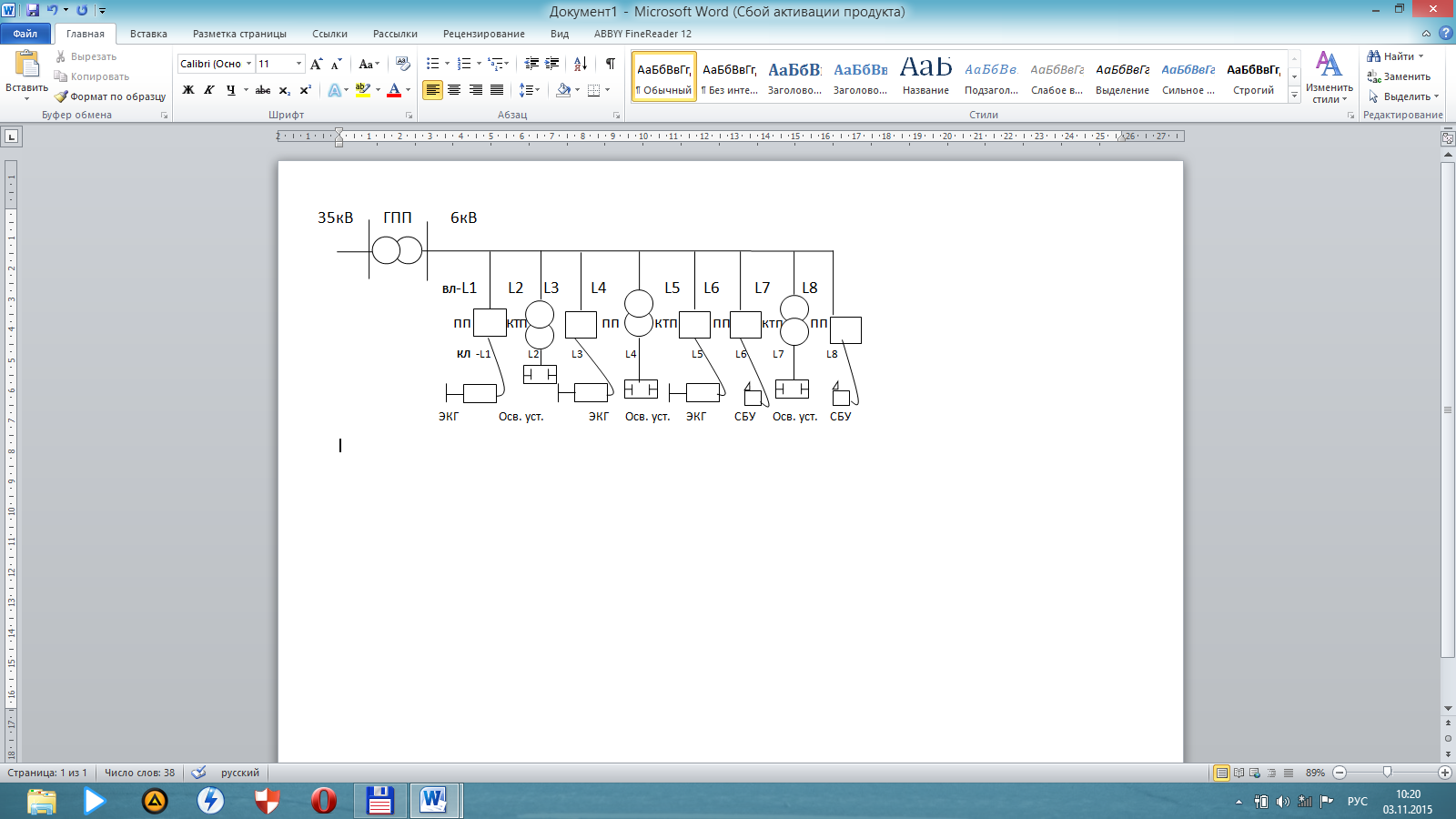


Рис.1. Электрическая однолинейная схема

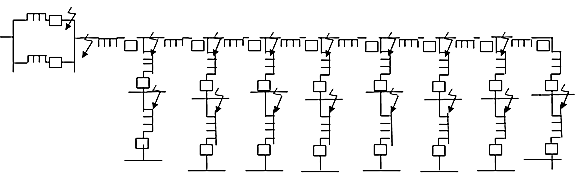


Рис. 2. Схема замещения

Полученные результаты расчётов рекомендуется свести в таблицу:

Таблица 20

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер точки короткого замыкания | Результирующее активное сопротивление Rрез, Ом | Результирующее индуктивное сопротивление, хрез, Ом | Ток трёхфазного короткого замыкания, , А | Ток двухфазного короткого замыкания, , А | Ударный ток к.з.  , А | Действующее значение полного трёхфазного к.з. , А |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**2.12. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением ниже 1000 В**

Определение величины тока КЗ в сетях напряжением до 1000 В , как и в сетях выше 1000 В, сводится в основном к расчёту сопротивлений элементов короткозамкнутой цепи.

Особенность расчёта сопротивления короткозамкнутой цепи напряжением до 1000В – учёт как реактивных, так и активных сопротивлений переходных контактов цепи.

В случае питания электрических сетей от понижающих трансформаторов при расчёте тока КЗ следует исходить из условия, что подведённое к трансформатору напряжение неизменно и равно его номинальному значению.

Это условие соблюдается практически всегда, если мощности питающей системы по крайней мере в 50 раз больше мощности силового трансформатора, питающего сеть напряжением до 1000 В. Это характерно для карьерных сетей получающих питание от мощной районной энергосистемы.

Расчёт токов КЗ начинают с вычерчивания расчётной схемы и схемы замещения электрической цепи от шин высокого напряжения участковой понижающей подстанции до точек КЗ, в которых нужно определить величины токов КЗ.

Далее определяют активные и индуктивные сопротивления отдельных элементов короткозамкнутой цепи в Омах, результирующие сопротивления Rрез и хрез до нужной точки КЗ. Определяют величины токов для трёхфазного и двухфазного к.з. для каждой точки:

, (48)

, (49)

где –среднее номинальное напряжение сети (133, 230, 400, 690 В);

– результирующее (суммарное) активное сопротивление всех элементов до точки КЗ, Ом;

– результирующее индуктивное сопротивление всех элементов цепи до точки КЗ, Ом.

Активное сопротивление Ом силового трансформатора находят по формуле

, (50)

где Δ – нагрузочные потери в меди трансформатора, приводимые в каталожных данных трансформаторов, кВт;

– номинальный ток вторичной обмотки трансформатора, А.

Если ток не дан в паспортных данных трансформатора, то его определяют по формуле

*,*

где

.

∙

где напряжение КЗ принимают по паспортным данным трансформатора (обычно );

– среднее номинальное напряжение для принятой основной ступени трансформации, кВ;

– номинальная мощность трансформатора, МВА.

Активное сопротивление и индуктивное сопротивление кабельных линий определяется по формулам:

(51)

, (52)

где – удельное активное и индуктивное сопротивление токопроводящей жилы Ом/км;

L – длина кабельной линий, м;

Ударный ток и действующее значение полного тока трёхфазного КЗ в сети до 1000В приближённо можно определить для каждой точки по формулам:

, (53)

, (54)

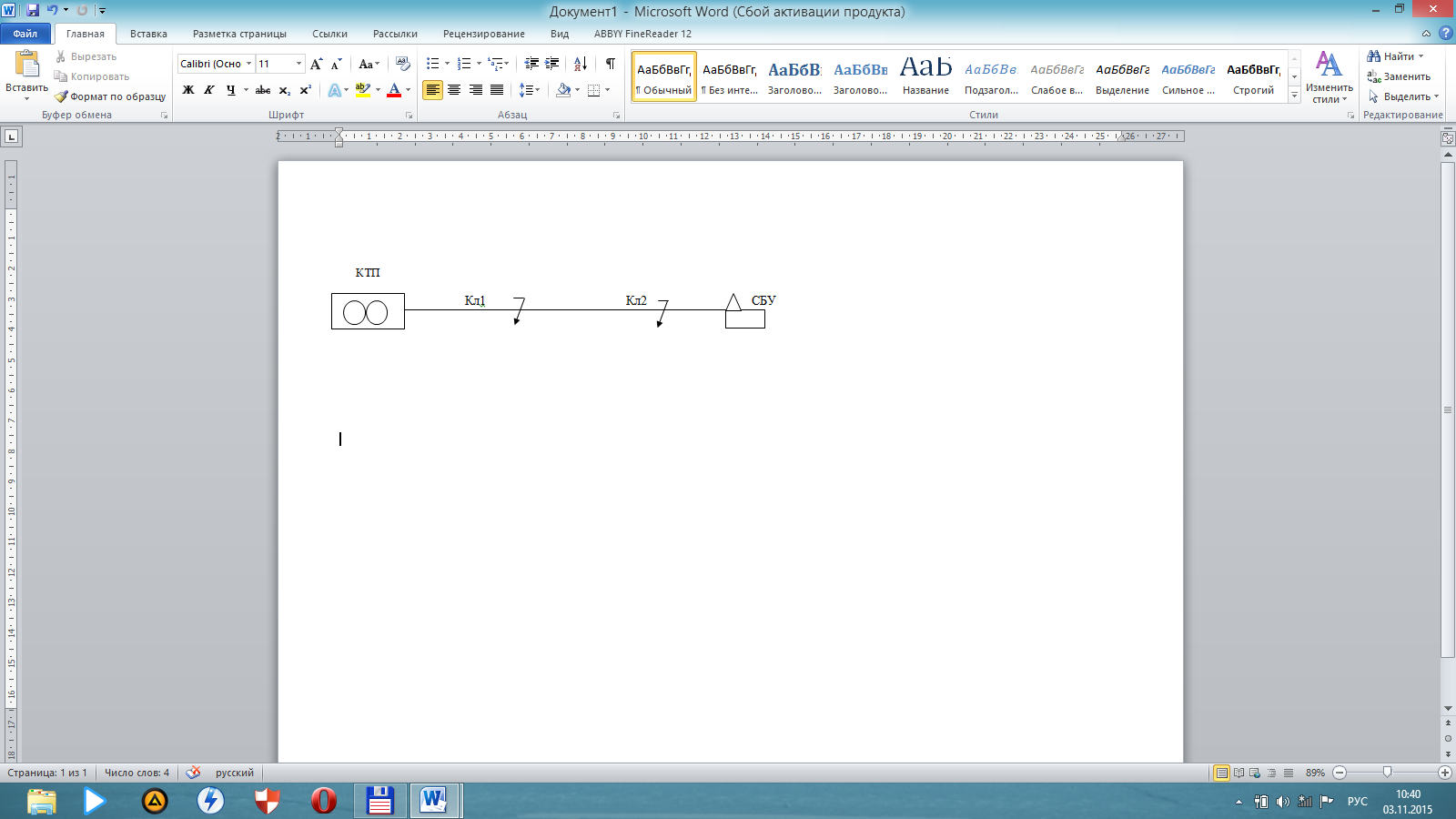


Рис. 3 Однолинейная электрическая схема бурового станка.

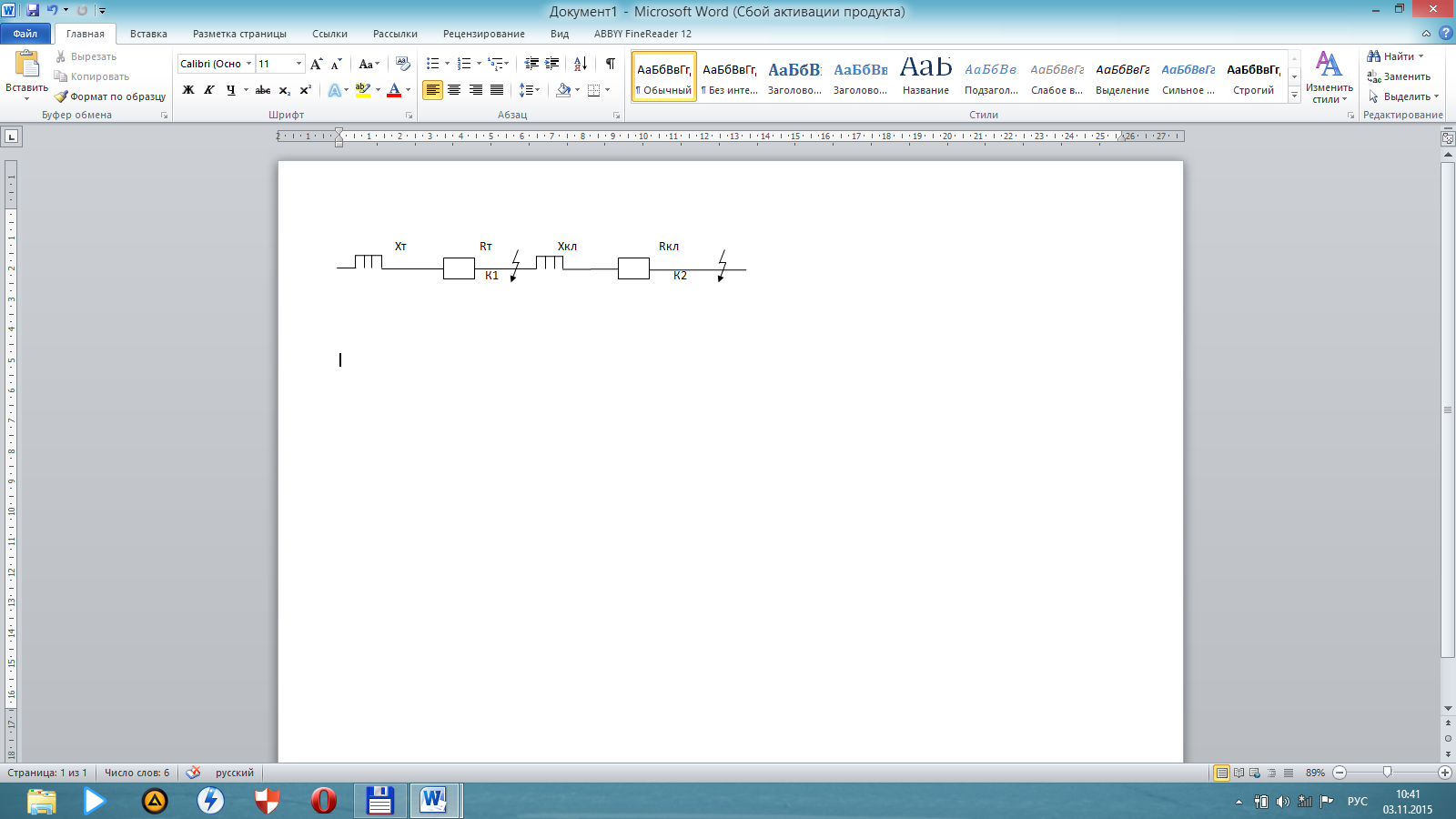


Рис. 4. Схема замещения

Полученные результаты расчётов рекомендуется свести в таблицу:

Таблица 21

Результаты расчётов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер точки короткого замыкания | Результирующее активное сопротивление Rрез, Ом | Результирующее индуктивное сопротивление, хрез, Ом | Ток трёхфазного короткого замыкания, , А | Ток двухфазного короткого замыкания, , А | Ударный ток к.з.  , А | Действующее значение полного трёхфазного к.з. , А |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**2.13. Электрическая защита карьерных воздушных и кабельных линий электропередачи и силовых трансформаторов**

Карьерные распределительные воздушные и кабельные линии работают в тяжёлых условиях и больше, чем другие элементы сети, подвержены повреждениям от воздействия взрывных работ, атмосферных осадков и запылённости, а так же частой переноски. Экскаваторные кабели, кроме того, испытывают механические воздействия от постоянного волочения их по почве.

Для радиальных и одиночных магистральных карьерных распределительных линий должна предусматриваться максимальная токовая защита от коротких замыканий и перегрузок, а так же от однофазных замыканий на землю.

Для одиночной воздушной линии максимальная токовая защита отстраивается от максимального тока линии и должна надёжно срабатывать при КЗ на всем протяжении защищаемой линии, ток срабатывания реле определиться по формуле

, (55)

где – максимальный ток нагрузки при наиболее тяжёлом режиме работы линий, А;

– коэффициент надёжности (=1,1÷1,2);

- коэффициент возврата реле;

– коэффициент трансформации трансформатора тока.

Для защиты кабельных линий, на которых возможны по режиму работы систематические перегрузки, рекомендуется применять максимально токовую защиту, которая отстраивается от максимального допустимого тока нагрузки линии и ток срабатывания определяется по формуле

, (56)

где = 1,2÷1,4 – коэффициент надёжности.

Для трансформаторов должны предусматриваться релейная защита от различных видов повреждений и ненормальных режимов работы.

Силовые трансформаторы защищаются:

1. Токовой отсечкой без выдержки времени, устанавливаемой со стороны питания и действующей на отключение:

, (57)

где – ток срабатывания реле, А;

– номинальный ток трансформатора, А;

– коэффициент надёжности 1,25÷1,5;

– коэффициент трансформации трансформатора тока.

1. Максимальной токовой защитой с пуском или без пуска минимального напряжения, действующей на отклонение:

, (58)

где ;

– коэффициент возврата = 0,85.

1. Максимальной токовой защитой в одной фазе от перегруза, действующей на сигнал, а для подстанций без обслуживающего персонала на разгрузку или отключения

, (59)

где ;

Рассмотрим, как выполняется максимальная токовая защита.

Максимальную токовую защиту выполняют с помощью плавких предохранителей или максимальных реле тока.

В электроустановках напряжением до 1000 В наибольшее распространение получили предохранители типа ПР (разборный без наполнителя) НПН (с наполнителем неразборный), ПН (с наполнителем неразборный).

Предохранители характеризуются следующими параметрами: номинальный ток предохранителя ; номинальный ток плавкой вставки ; предельно отключаемый ток ; номинальное напряжение предохранителя .

Номинальное напряжение предохранителей и их вставок должно соответствовать номинальному напряжению сети:

Предельно отключаемый ток плавкой ставки, т.е. ток, который предохранитель способен разорвать (отключить), должен быть равен или большее максимального расчётного тока КЗ, проходящего через защищаемый предохранителем участок.

Номинальный ток плавкой вставки выбирают в зависимости от характера нагрузки. Для одиночных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором ток плавкой вставки определяется по формуле

, (60)

где – номинальный пусковой ток двигателя, А;

- коэффициент отстройки от пускового тока.

Для лёгких, т.е. редких с малой ( 2-3 с) длительностью разгона условий пуска значение этого коэффициента принимают равным 2,5, а для тяжёлых, т.е. частых с большой (10 с) длительностью разгона от 1,6 до 2.

Выбранное по условию значение номинального тока плавкой вставки принимают ближайшее большее по шкале значение стандартных номинальных токов.

Для двигателей с фазным ротором постоянного тока и осветительных нагрузок номинальный ток плавкой ставки определяют по формуле

, (61)

Если предохранители используют для защиты нескольких электроприёмников, то ток плавкой вставки определяют по выражению

, (62)

где – номинальный пусковой ток наиболее мощного двигателя, А;

– суммарный номинальный ток все остальных электроприёмников, питаемых от магистрального кабеля, А.

Для обеспечения надёжной защиты электродвигателей и сети освещения выбранная плавкая ставка должна удовлетворять условию

, (63)

где – номинальный ток двухфазного КЗ в конце защищаемого участка сети, при котором обеспечивается надёжное и своевременное срабатывание плавкой вставки, А;

К – кратность тока КЗ по отношению к номинальному току плавкой вставки.

Значение К принимается: не менее 3 – для двухфазного тока КЗ в сетях с изолированной нейтралью; от 4 до 7 – в рудничных сетях.

Наряду с предохранителями большое распространение в сетях напряжением до 1000 В для защиты от КЗ и перегрузок получили автоматические выключатели (автоматы) с встроенными в них различными реле защиты прямого действия - расцепителями (электромагнитными, тепловыми и минимального напряжения).

Автоматы, используемые для защиты асинхронных двигателей, сети освещения, выбираются по номинальному напряжению и току:

,

,

где – номинальное напряжение сети, В;

– номинальный ток двигателя, А.

Уставку по току максимального реле автоматических выключателей, которые защищают магистраль, питающую электродвигатели с короткозамкнутым ротором, определяют по формуле

, (64)

где – номинальный пусковой ток наиболее мощного электродвигателя, А;

– сумма номинальных токов всех остальных потребителей, питающихся от данной магистрали, А.

При выборе токовой уставки для защиты одиночного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, часть формулы (64) не используют.

Ток уставки электромагнитного расцепителя для защиты двигателей с фазным ротором находят по условию

, (65)

Чувствительность защиты обеспечивается, если кратность тока КЗ будет не менее 1,5

, (66)

где – расчётный ток двухфазного КЗ в конце защищаемой цепи, кА.

В работе необходимо рассчитать токи срабатывания принятой защиты.

**2.14 Устройство и расчёт защитного заземления на участке**

Для обеспечения безопасности людей от поражения электрическим током металлические части карьерных установок и корпуса электрооборудования не находящееся в нормальном режиме под напряжением, должны быть заземлены (т.е подключены к специально сооруженным заземляющим устройствам). Заземлению подлежат: корпуса экскаватора, буровых станков, корпуса трансформаторов, коммутационных аппаратов, светильников, вторичные обмотки измерительных трансформаторов, приводы электрических аппаратов; каркасы щитов управления; распределительных щитов, шкафов; металлические конструкции передвижных комплектных трансформаторных подстанций и КРУ металлические корпуса кабельных муфт.

При выполнении этого раздела студент должен описать устройство заземления на участке, классификацию заземляющих сетей и определить общее сопротивление заземляющего контура. Величина сопротивления заземляющего контура не должна превышать 4 Ом.

При расчёте карьерной сети заземления определяют основные параметры заземлителей и заземляющих проводов.

Определяем емкостный ток однофазного замыкания на землю по формуле

Iк.з. = (67)

где Uл – линейное напряжение сети, кВ;

LВ, LК – общая длина электрических связанных между собой кабельных и воздушных линий, м.

Определяем общее сопротивление сети заземления по формуле

, (68)

где – допустимое напряжение прикосновения, равное 40В;

=1 коэффициент прикосновения, учитывающий отношение к полному напряжению заземляющей системы относительно земли;

Iк.з. – наибольший возможный ток утечки на землю, А.

Общее сопротивление заземления складывается из сопротивления заземлителя и сопротивления заземляющего провода:

, (69)

Для определения сопротивления растеканию тока () необходимо воспользоваться расчётными формулами, зависящими от конструкции заземлителя и его расположения.

Сопротивление растеканию тока трубчатого или стержневого заземлителя (электрода) рекомендуется определить по формуле

, (70)

где – сопротивление растеканию тока электрода, Ом;

– среднее удельное сопротивление грунта, Ом∙см. Если значение в задании отсутствует, то его принять по таблице 22;

L–длина трубы (стержня) м (2.5-3м.); d - диаметр трубы (стержня) (3-5 см.), см;

h – глубина расположения середины электрода от поверхности земли, м (h = +50);

К- сезонный коэффициент для климатической зоны (К=1.65-для 1-вой климатической зоны).

Таблица 22

Удельное сопротивление грунтов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Грунт (почва) | Удельное сопротивление (средняя величина), Ом∙см | Грунт (почва) | Удельное сопротивление (средняя величина), Ом∙см |
| Песок | 4 104 | Песчаник | (2÷3,5) 106 |
| Супесок речной | 3 104 | Уголь бурый | (4,5÷5) 106 |
| Каменистый | 2 10 4 | Углистый сланец | (1÷1,5) 106 |
| Суглинок | 0,8 104 | Уголь разубоженый | 2,5 106 |
| Глина | 0,6 104 | Аргиллиты | (1,9÷2,2) 104 |
| чернозём | 0,5 104 | Алевролиты | (0,5÷0,8) 104 |
| Торф | 0,2 104 | Известняк | 5 107 |
| Лесс | 2,5 104 | Гранит | 2,07 107 |

Сопротивление растеканию тока для соединительной полосы:

, (71)

где – сопротивление полосы, Ом;

в – ширина полосы, м ( для круглой стали в = 2d), м;

h– расстояние от поверхности земли до середины заглубления полосы, м.

Если в расчётах общее сопротивление заземляющей сети получается более 4 Ом, в, то в дальнейших расчётах необходимо принимать = 4 Ом.

Сопротивление центрального заземлителя контура рекомендуется рассчитывать из условия = 4 Ом, так как контур является общим для сетей до и выше 1000 В.

, (72)

где – сопротивление заземляющего контура, Ом;

- сопротивление заземляющих магистральных проводов, Ом/км;

– сопротивление заземляющей жилы кабеля экскаватора, бурового станка, Ом.

, (74)

где – удельное сопротивление заземляющего провода, Ом/км;

– длина провода (линии), км;

(75)

где – сопротивление гибкого кабеля, Ом;

- длина гибкого кабеля, м;

удельное сопротивление заземляющей жилы кабеля, Ом/км;

Далее определяем число электродов заземляющего контура

, (76)

Полное сопротивление центрального заземлителя контура определяется по формуле

, (77)

где – сопротивление контура, Ом;

– сопротивление соединительной полосы, Ом;

– коэффициенты использования электродов (принимаемые по таблице 23);

– коэффициенты использования соединительной полосы (принимаемые по таблице 24).

Таблица 23

Коэффициент использования вертикальных электродов из угловой стали или труб,

размещенных в ряд (без учета влияния полосы связи)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Число электродов | При отношении расстояния между электродами к длине электрода a/, (а=500-600 см) | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 2 | 0.87 | 0.92 | 0.95 |
| 3 | 0.80 | 0.88 | 0.92 |
| 4 | 0.72 | 0.83 | 0.88 |
| 10 | 0.62 | 0.77 | 0.83 |
| 15 | 0.56 | 0.73 | 0.80 |
| 20 | 0.50 | 0.70 | 0.70 |

Таблица 24

Коэффициент использования соединительной полосы в контуре электродов из угловой стали или труб

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| При отношении расстояния между электродами к длине электрода a/, (а=500-600 см) | При числе электродов в ряду | | | | |
| 4 | 10 | 20 | 30 | 50 |
| 1 | 0.45 | 0.34 | 0.27 | 0.24 | 0.21 |
| 2 | 0.55 | 0.40 | 0.42 | 0.30 | 0.28 |
| 3 | 0.70 | 0.56 | 0.45 | 0.41 | 0.37 |

Общее сопротивление заземляющего устройства в наиболее удалённой точке определяется по следующей формуле

, (78)

Полученное значение общего сопротивления заземляющего устройства должно удовлетворять следующему условию

**2.15. Техника безопасности при эксплуатации, ремонте и монтаже**

**электрооборудования участка карьера**

В данном разделе студент должен указать: требование техники безопасности при эксплуатации электроустановок, освещение в карьере; основные мероприятия, проводимые для безопасного ремонта и монтажа электрооборудования.

**2.16. Заключение**

В данном разделе студент должен привести основные результаты и дать краткий анализ по проделанной курсовой работе на тему: «Проект электроснабжения участка карьера (разреза)».

**2.17. Список использованной литературы**

В данном разделе необходимо указать сведения о книгах (учебники, справочники, монографии и др.), которыми студент пользовался при выполнении работы.

Приложение

**Вариант № 1**

« Проект электроснабжения участка № 1 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 1 |
| Буровые станки СБУ-160 | 2 |

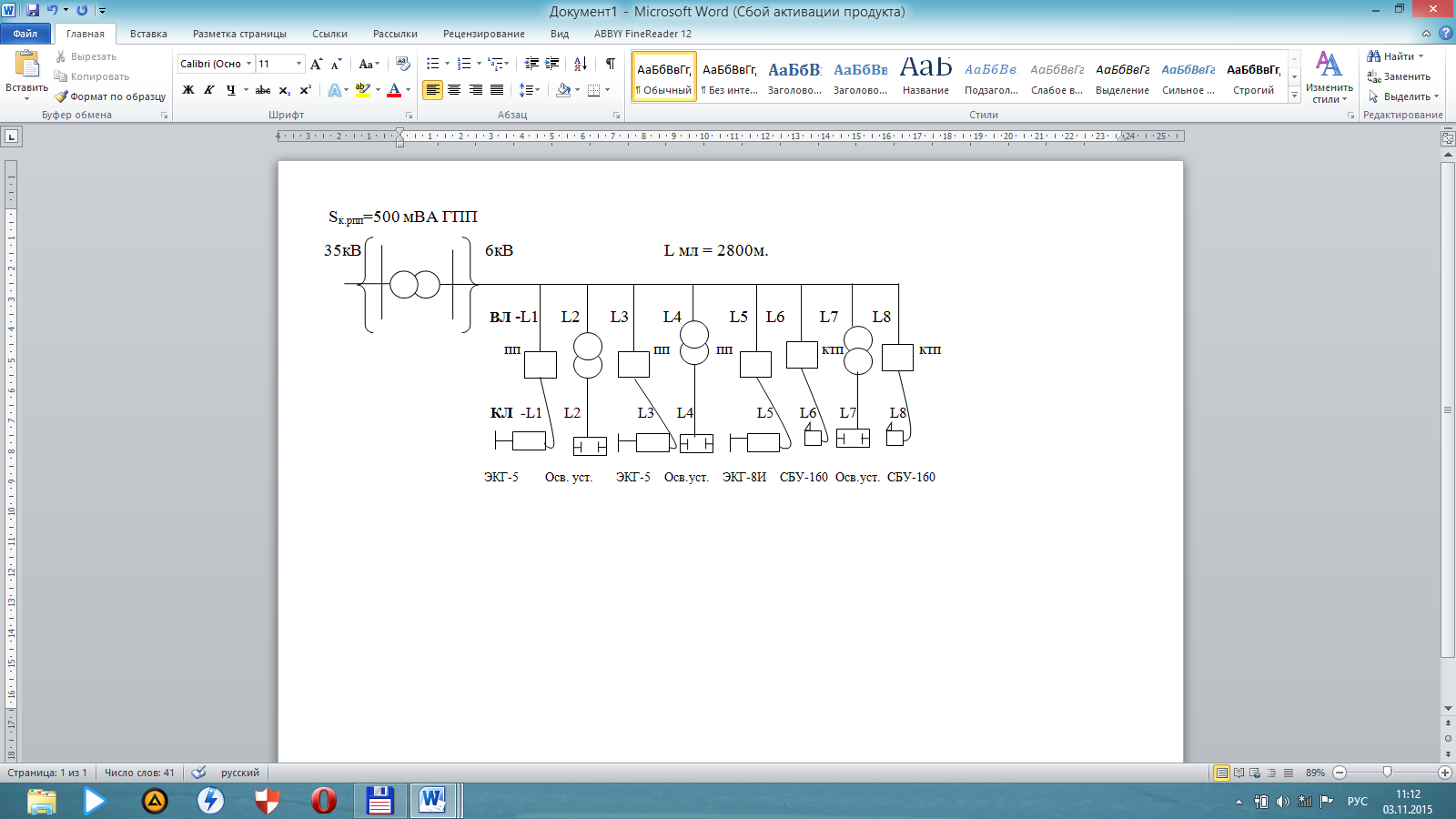


Схема электроснабжения участка № 1.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 1000 | L1 = 200 |
| L2 = 300 | L2 = 30 |
| L3 = 1000 | L3 = 200 |
| L4 = 300 | L4 = 30 |
| L5 = 800 | L5 = 150 |
| L6 = 600 | L6 = 250 |
| L7 = 900 | L7 = 30 |
| L8 = 600 | L8 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 350 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 2**

« Проект электроснабжения участка № 2 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-12,5 | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8 | 1 |
| Буровые станки СБР-160 Б-32 | 2 |

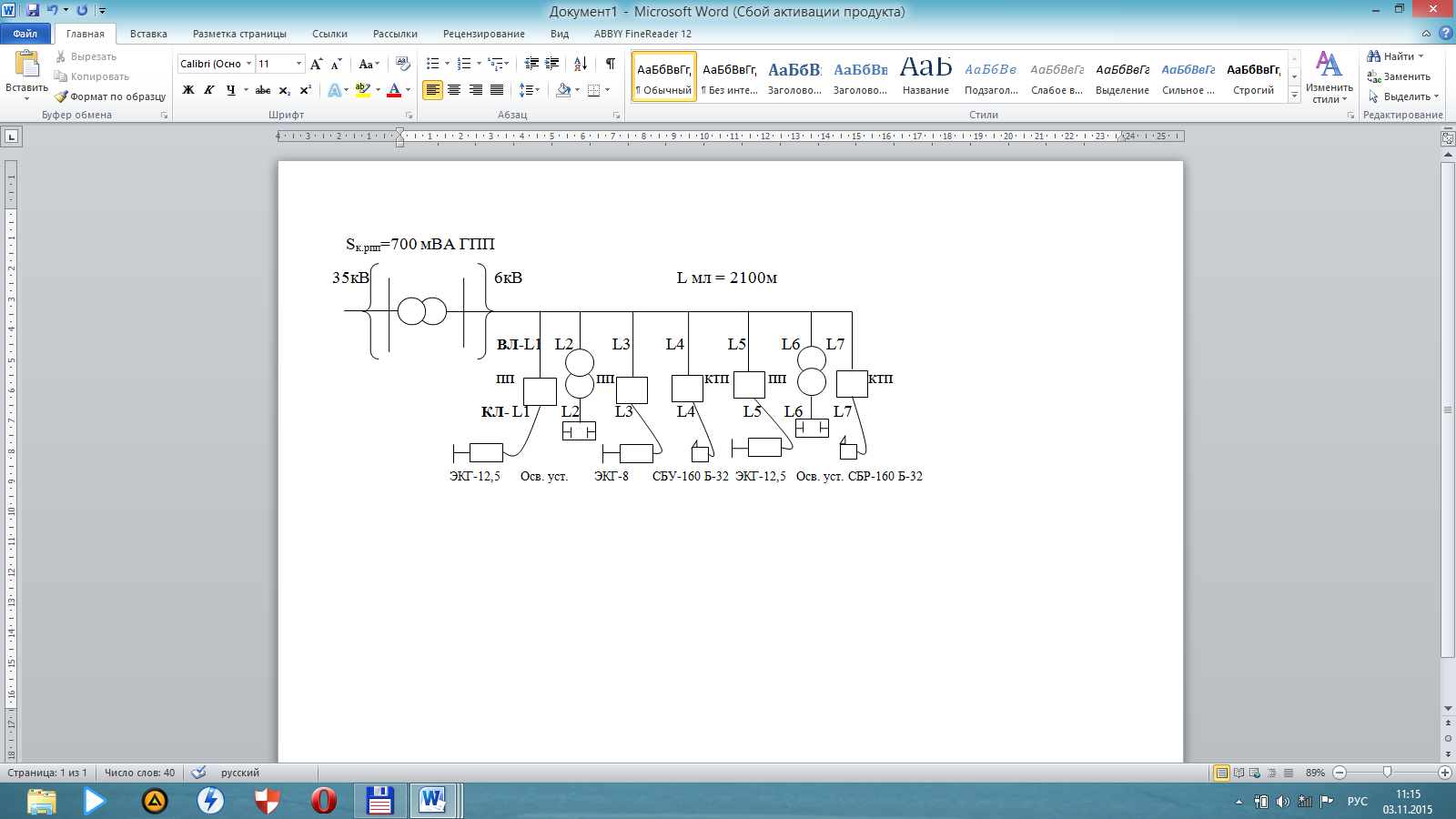


Схема электроснабжения участка № 2

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 600 | L1 = 300 |
| L2 = 300 | L2 = 50 |
| L3 = 600 | L3 = 250 |
| L4 = 400 | L4 = 300 |
| L5 = 600 | L5 = 300 |
| L6 = 300 | L6 = 50 |
| L7 = 400 | L7 = 300 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 300 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 3**

« Проект электроснабжения участка № 3 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-4 | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 1 |
| Буровые станки СБУ-160Б-32 | 2 |

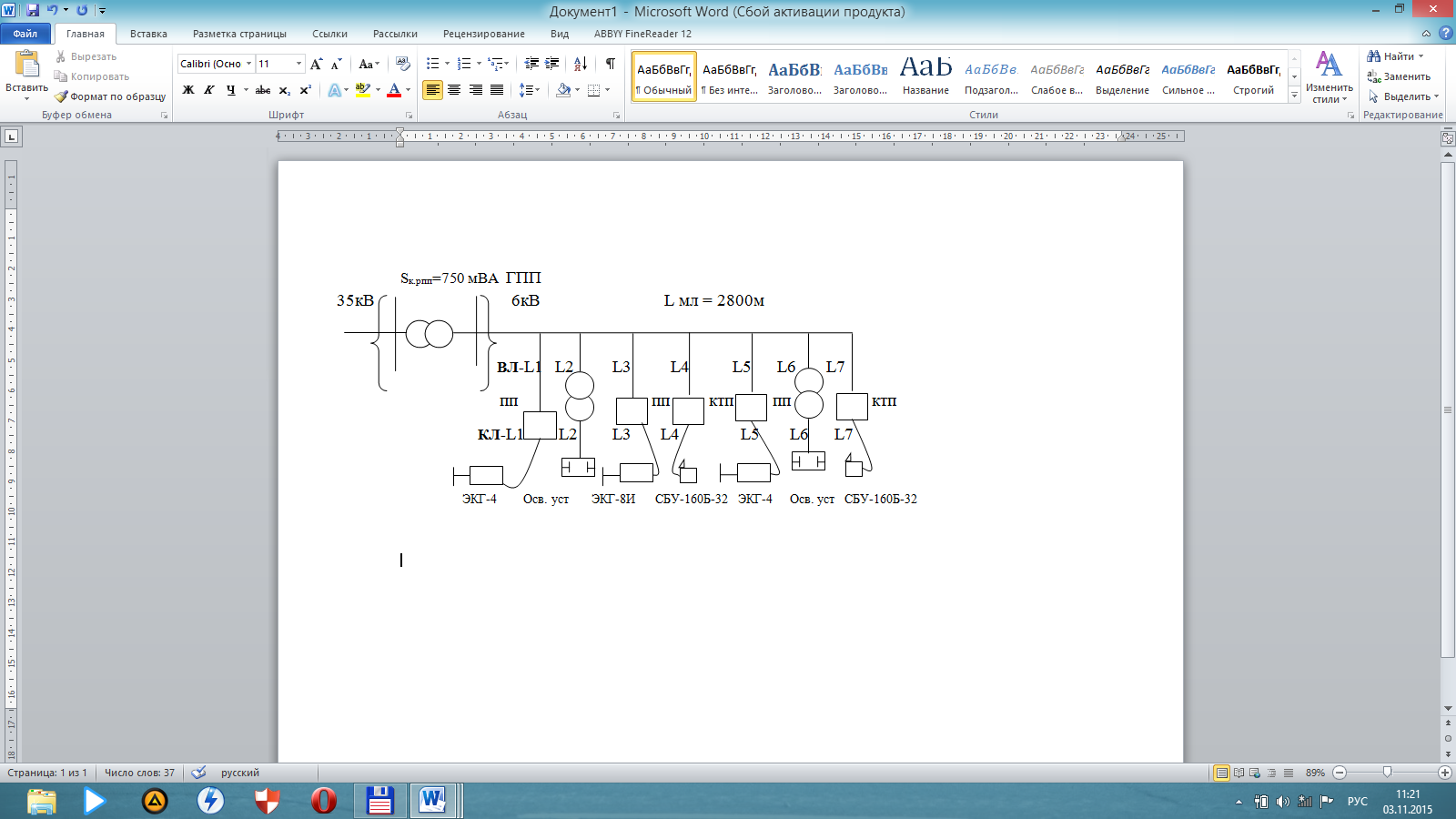


Схема электроснабжения участка № 3.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 500 | L1 = 150 |
| L2 = 250 | L2 = 30 |
| L3 = 400 | L3 = 200 |
| L4 = 350 | L4 = 250 |
| L5 = 500 | L5 = 150 |
| L6 =250 | L6 = 30 |
| L7 = 350 | L7 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 4**

« Проект электроснабжения участка № 4 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-5/45 | 1 |
| Буровые станки 3СБШ-200-60 | 2 |

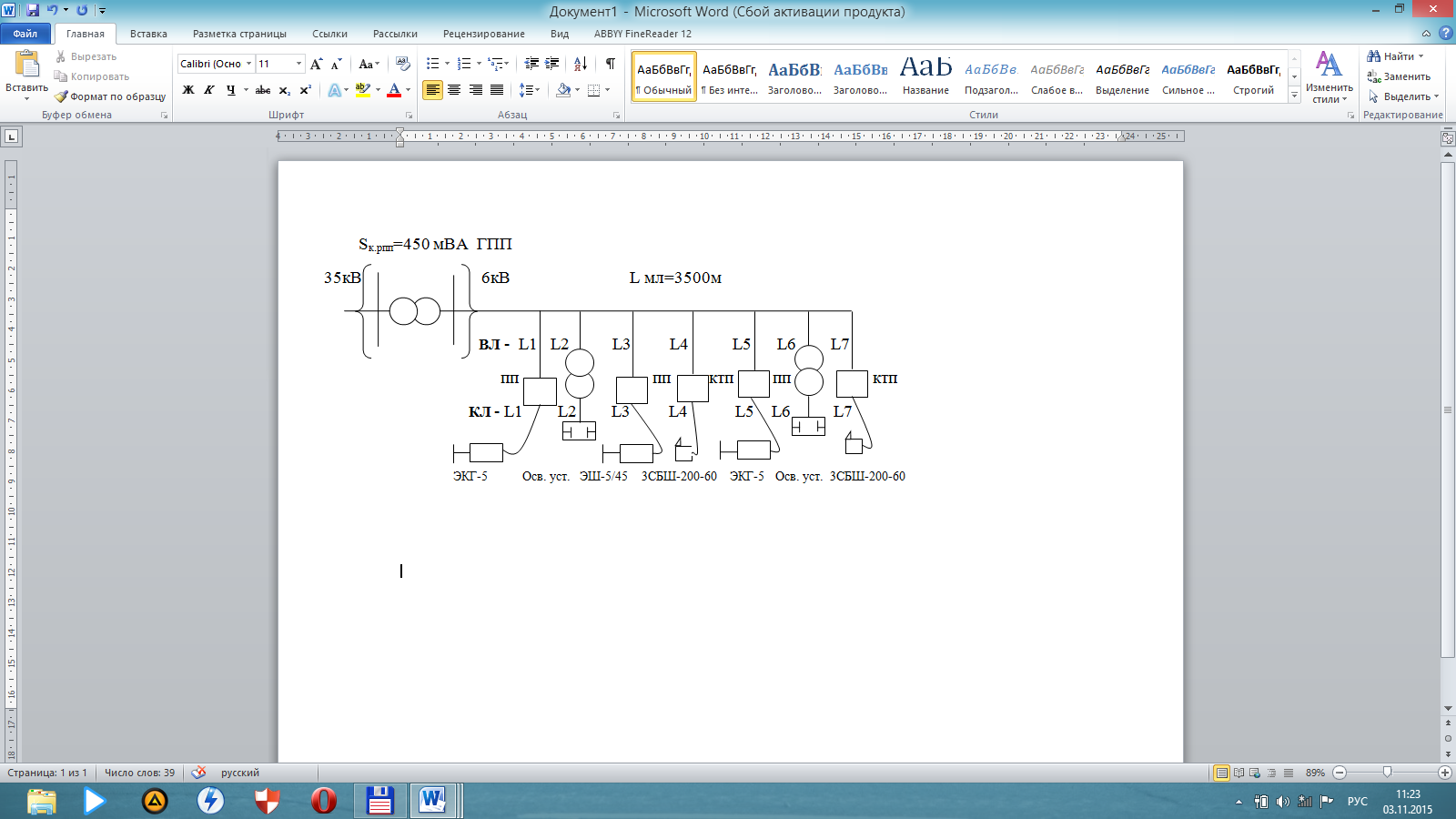


Схема электроснабжения участка № 4.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 600 | L1 = 200 |
| L2 = 250 | L2 = 40 |
| L3 = 450 | L3 = 150 |
| L4 = 500 | L4 = 250 |
| L5 = 600 | L5 = 200 |
| L6 =250 | L6 = 40 |
| L7 = 500 | L7 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 500 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 5**

« Проект электроснабжения участка № 5 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-4У | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-6/60 | 1 |
| Буровые станки 2СБШ-200Н | 2 |

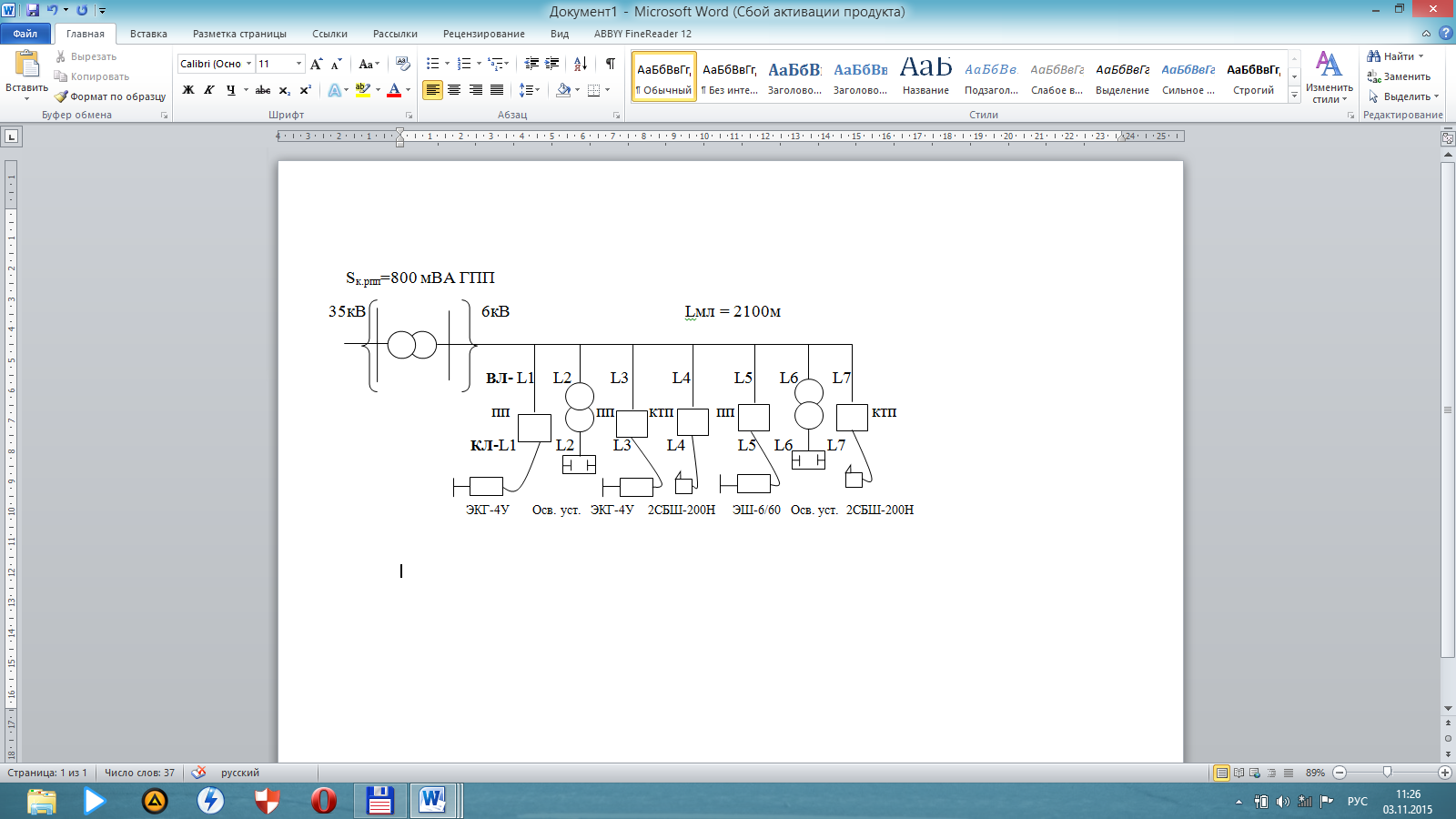


Схема электроснабжения участка № 5.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 450 | L1 = 250 |
| L2 = 200 | L2 = 40 |
| L3 = 450 | L3 = 250 |
| L4 = 250 | L4 = 150 |
| L5 = 300 | L5 = 200 |
| L6 =200 | L6 = 40 |
| L7 = 250 | L7 = 150 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 300 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 6**

« Проект электроснабжения участка № 6 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-6,3У | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 1 |
| Буровые станки 3СБШ-200-60 | 2 |

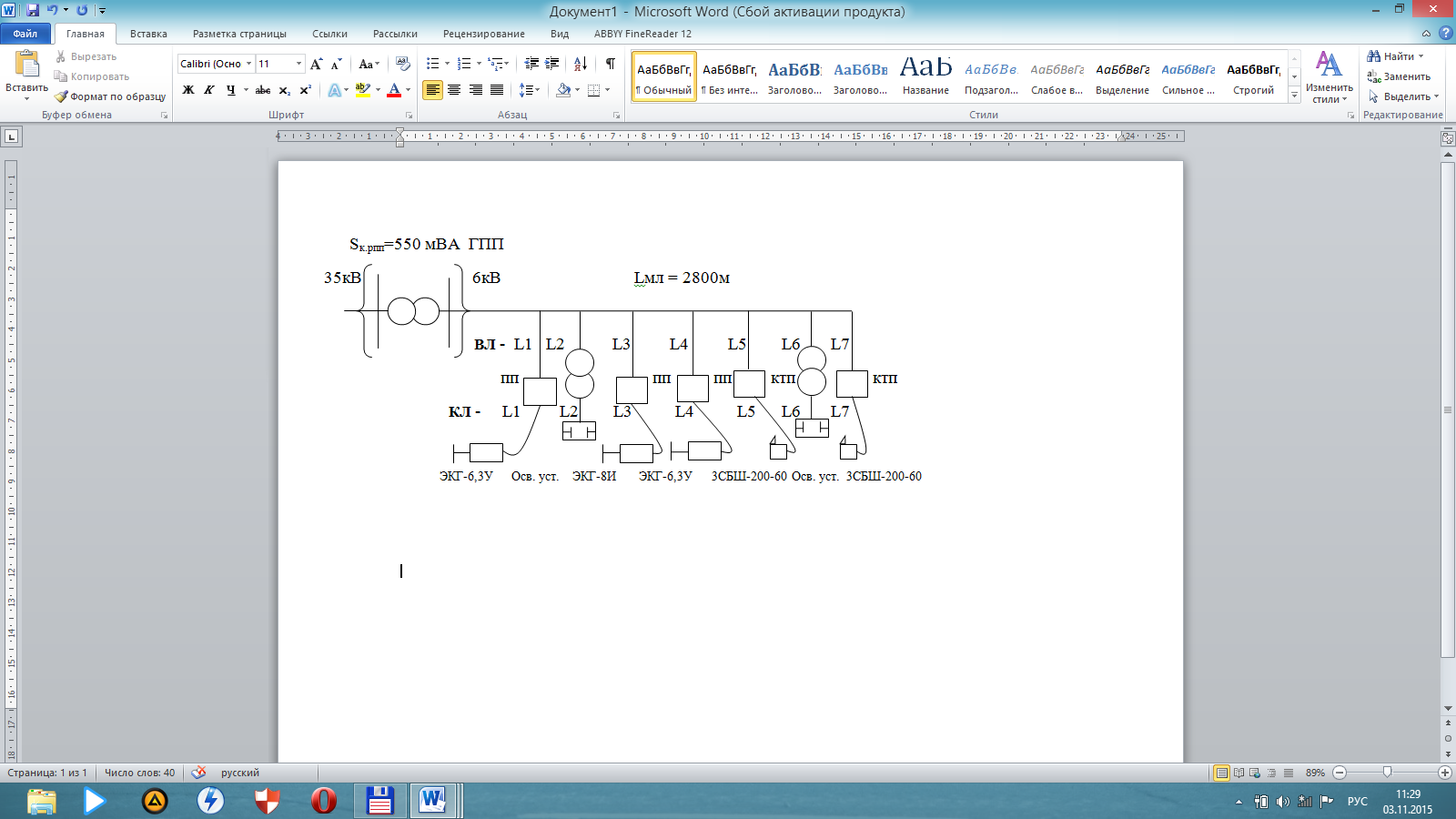


Схема электроснабжения участка № 6.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 300 | L1 = 200 |
| L2 = 200 | L2 = 50 |
| L3 = 400 | L3 = 250 |
| L4 = 300 | L4 = 200 |
| L5 = 350 | L5 = 200 |
| L6 =200 | L6 = 50 |
| L7 = 350 | L7 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 7**

« Проект электроснабжения участка № 7 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-10/70 | 1 |
| Буровые станки СБУ-200 | 2 |

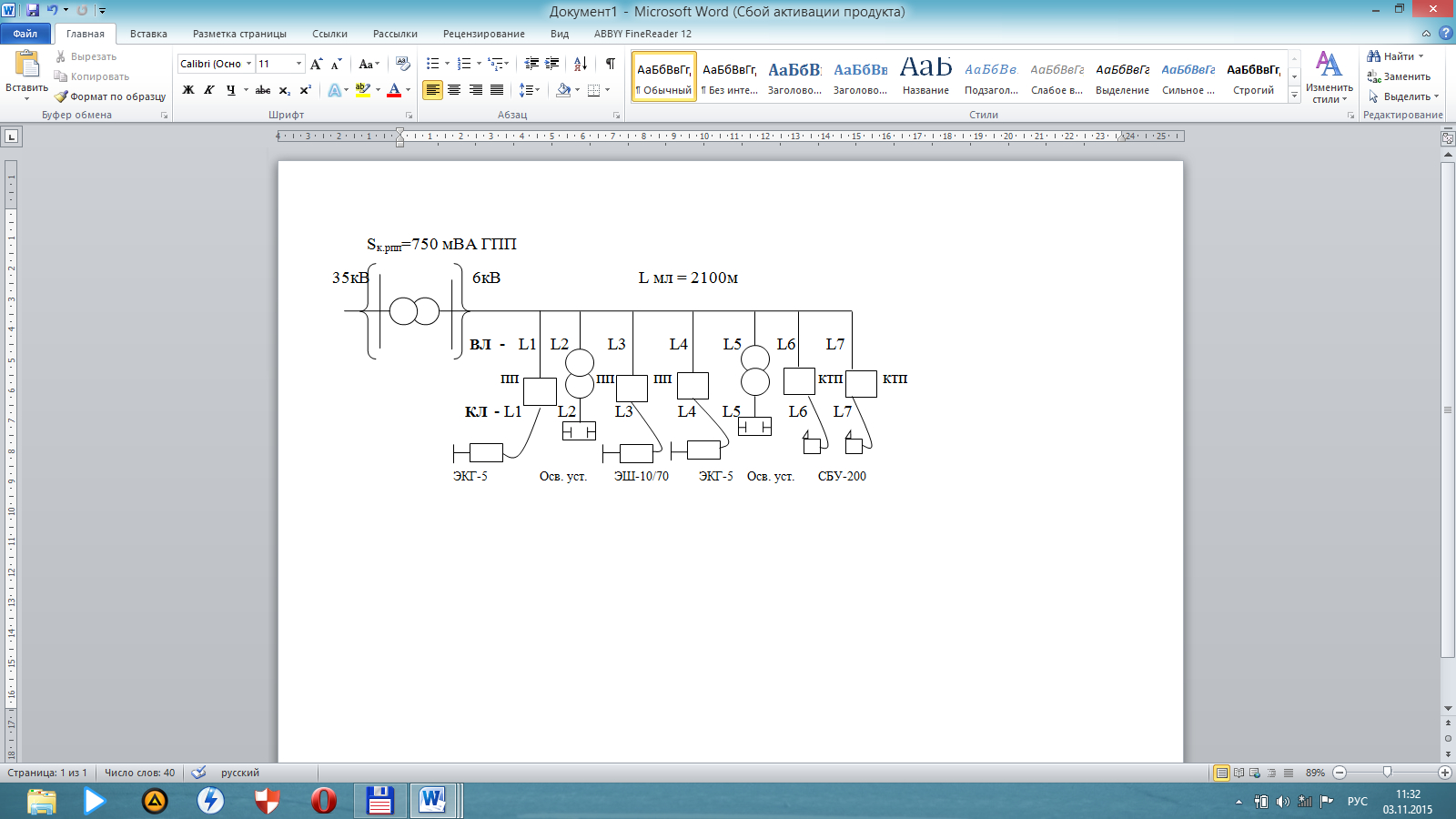


Схема электроснабжения участка № 7.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 600 | L1 = 200 |
| L2 = 300 | L2 = 60 |
| L3 = 400 | L3 = 150 |
| L4 = 600 | L4 = 200 |
| L5 = 300 | L5 = 60 |
| L6 =500 | L6 = 200 |
| L7 = 500 | L7 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 300 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 8**

« Проект электроснабжения участка № 8 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-12,5 | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-6/60 | 1 |
| Буровые станки СБУ-160 | 2 |

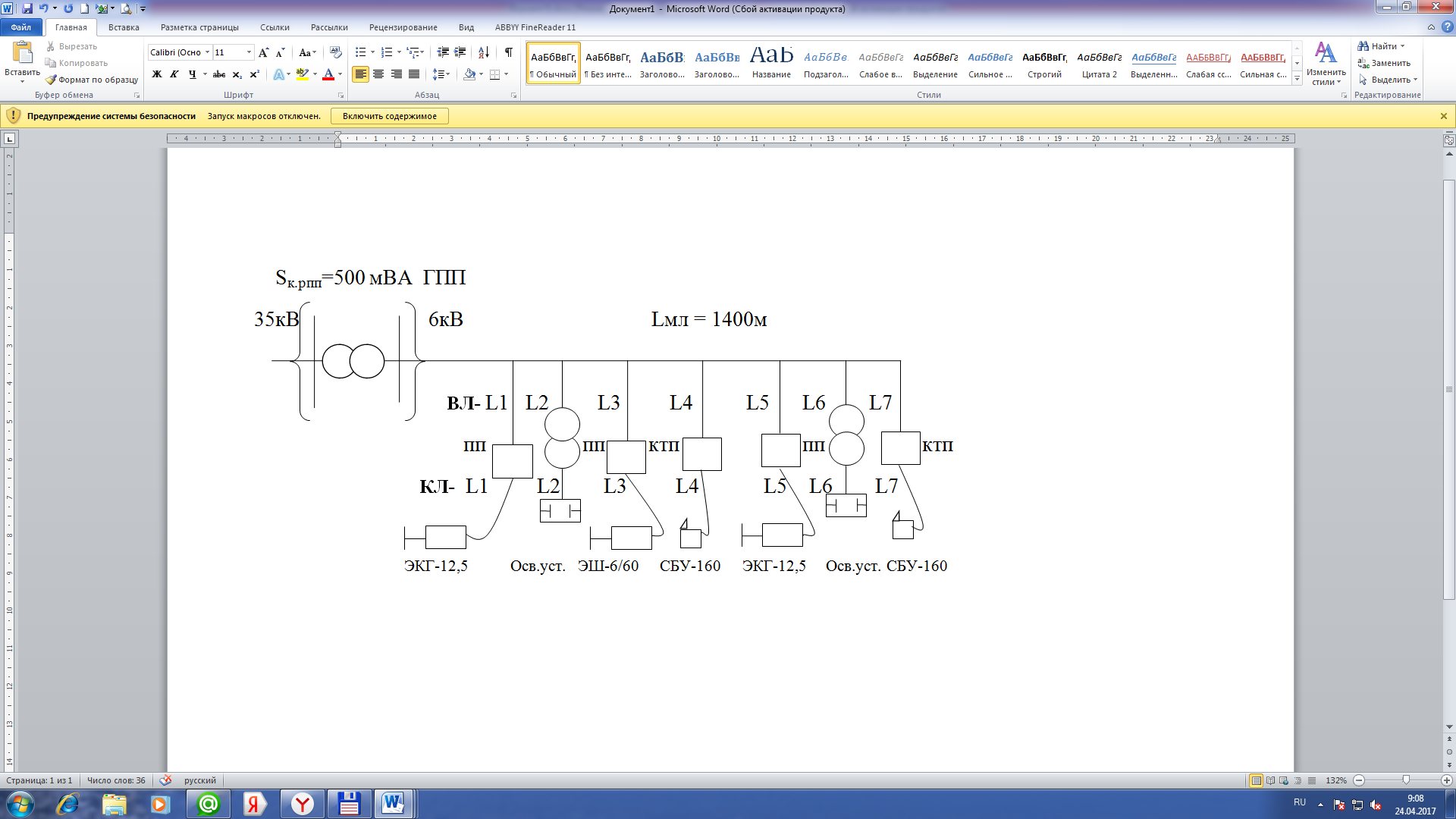


Схема электроснабжения участка № 8.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 400 | L1 = 200 |
| L2 = 200 | L2 = 50 |
| L3 = 300 | L3 = 150 |
| L4 = 250 | L4 = 150 |
| L5 = 400 | L5 = 200 |
| L6 =200 | L6 = 50 |
| L7 = 250 | L7 = 150 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 200 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 9**

« Проект электроснабжения участка № 9 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаватор ЭКГ-4,6 | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8 | 2 |
| Буровые станки СБУ-160 Б-32 | 2 |

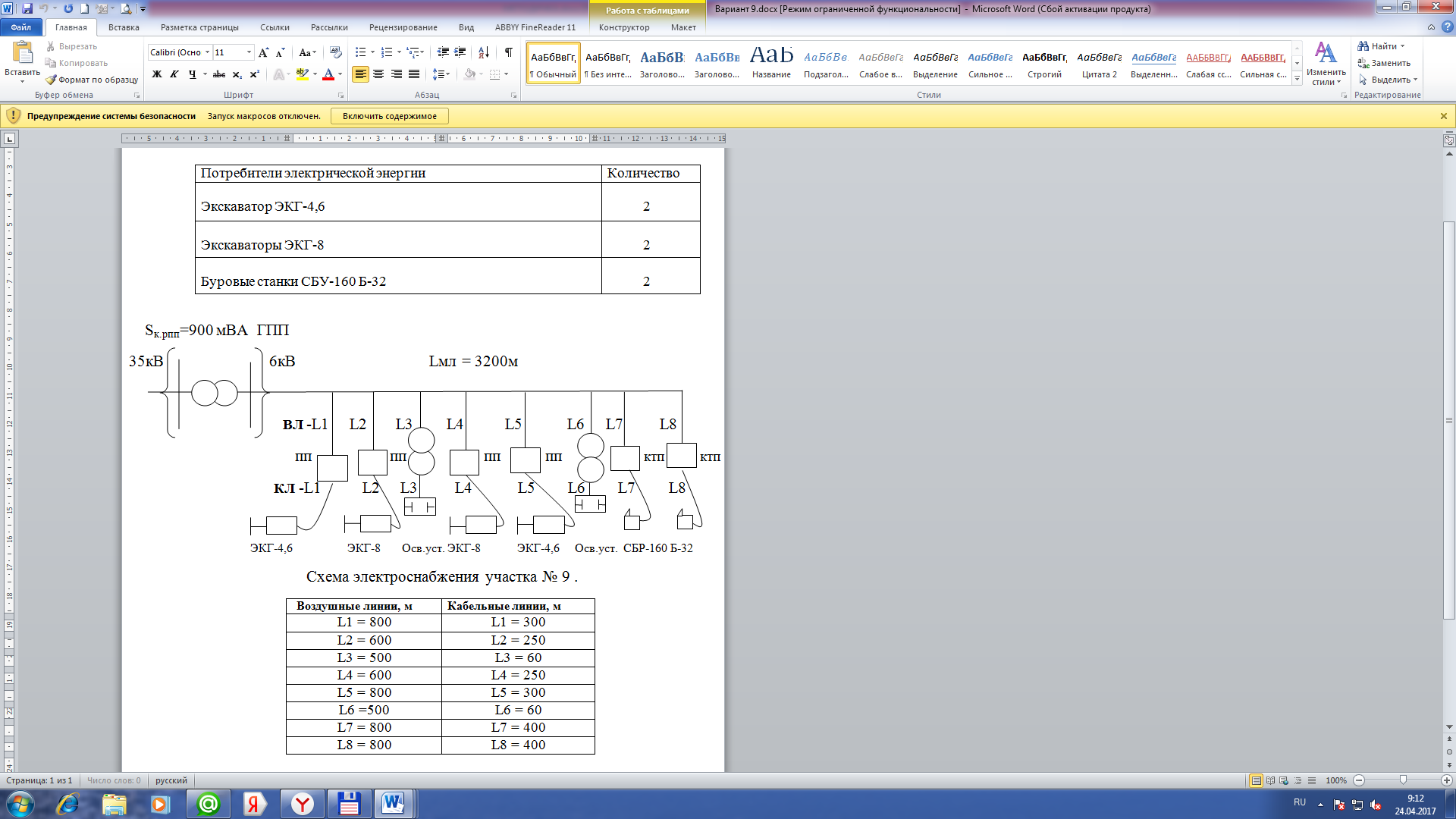


Схема электроснабжения участка № 9 .

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 800 | L1 = 300 |
| L2 = 600 | L2 = 250 |
| L3 = 500 | L3 = 60 |
| L4 = 600 | L4 = 250 |
| L5 = 800 | L5 = 300 |
| L6 =500 | L6 = 60 |
| L7 = 800 | L7 = 400 |
| L8 = 800 | L8 = 400 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 10**

« Проект электроснабжения участка № 10 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаватор ЭКГ-4У | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 1 |
| Экскаваторы ЭКГ-4.6 | 1 |
| Буровые станки СБУ-160 | 2 |

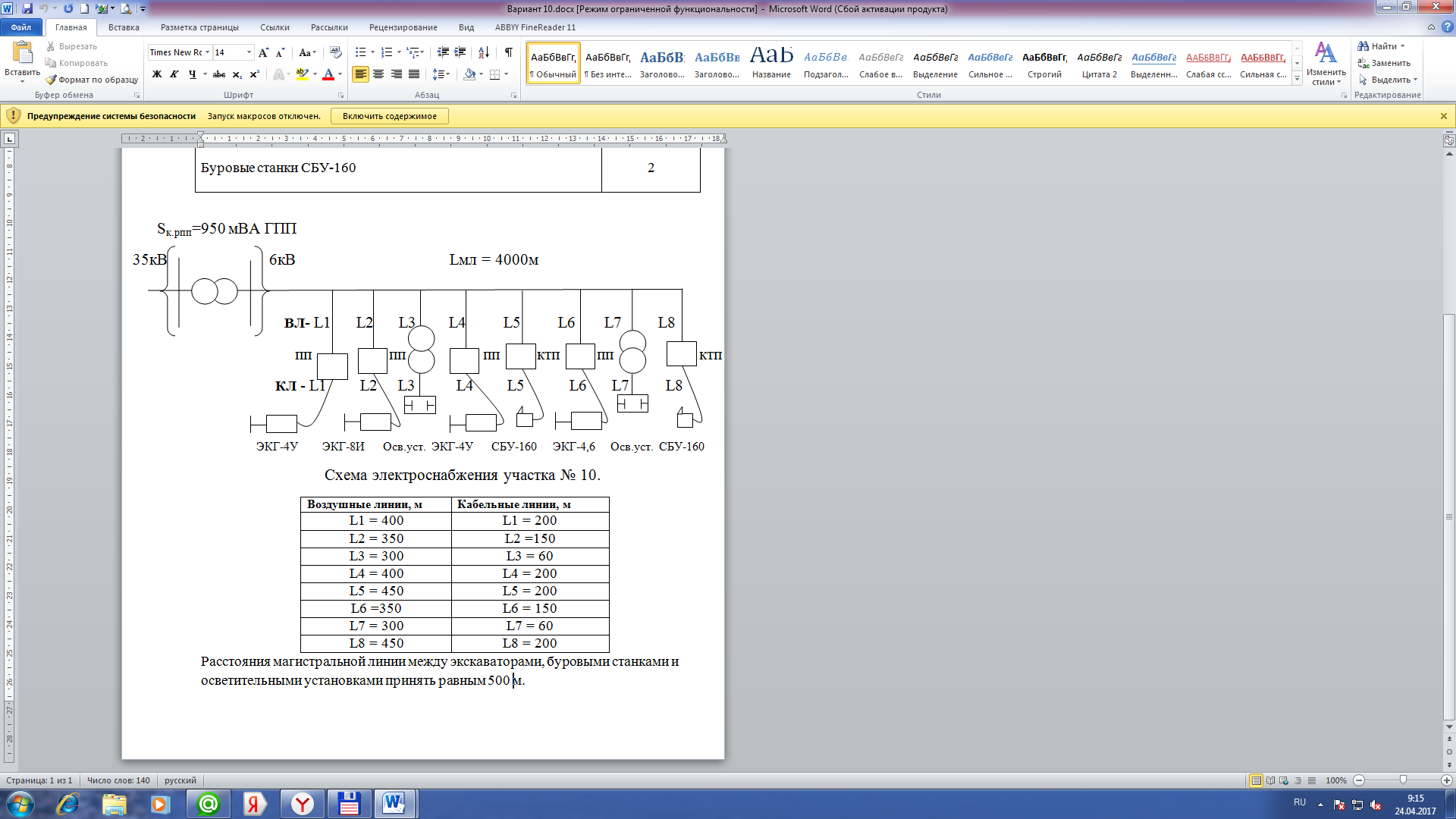


Схема электроснабжения участка № 10.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 400 | L1 = 200 |
| L2 = 350 | L2 =150 |
| L3 = 300 | L3 = 60 |
| L4 = 400 | L4 = 200 |
| L5 = 450 | L5 = 200 |
| L6 =350 | L6 = 150 |
| L7 = 300 | L7 = 60 |
| L8 = 450 | L8 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 500 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 11**

« Проект электроснабжения участка № 11 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаватор ЭКГ-12,5 | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 2 |
| Буровые станки СБР-125 | 1 |

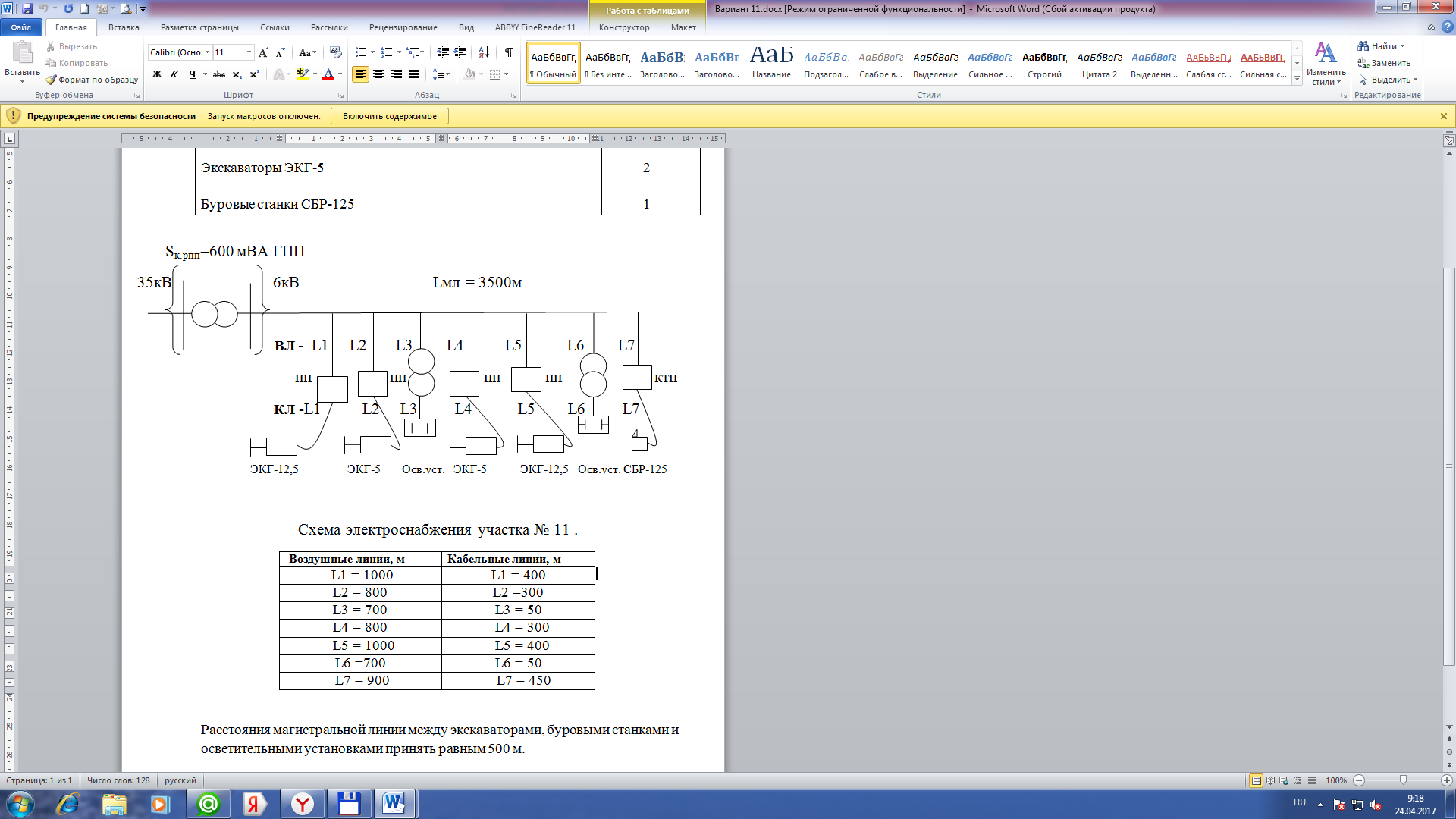


Схема электроснабжения участка № 11 .

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 1000 | L1 = 400 |
| L2 = 800 | L2 =300 |
| L3 = 700 | L3 = 50 |
| L4 = 800 | L4 = 300 |
| L5 = 1000 | L5 = 400 |
| L6 =700 | L6 = 50 |
| L7 = 900 | L7 = 450 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 500 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 12**

« Проект электроснабжения участка № 12 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-4 | 3 |
| Экскаваторы ЭШ-10/75 | 1 |
| Буровые станки 3СБШ-200-60 | 2 |

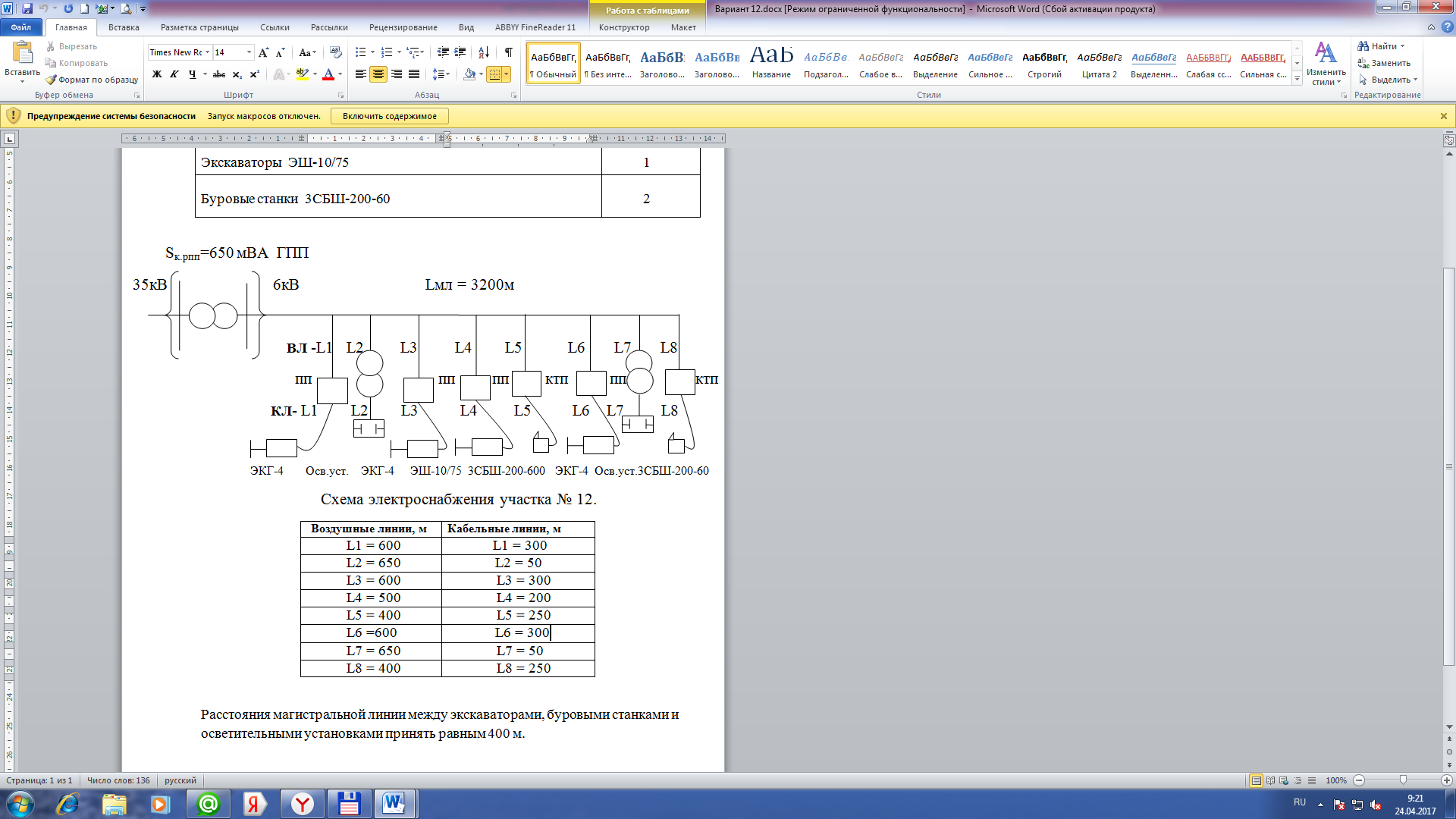


Схема электроснабжения участка № 12.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 600 | L1 = 300 |
| L2 = 650 | L2 = 50 |
| L3 = 600 | L3 = 300 |
| L4 = 500 | L4 = 200 |
| L5 = 400 | L5 = 250 |
| L6 =600 | L6 = 300 |
| L7 = 650 | L7 = 50 |
| L8 = 400 | L8 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 13**

« Проект электроснабжения участка № 13 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-12,5 | 1 |
| Экскаваторы ЭКГ-8; ЭКГ-5 | 2/1 |
| Буровые станки СБР-125 | 1 |

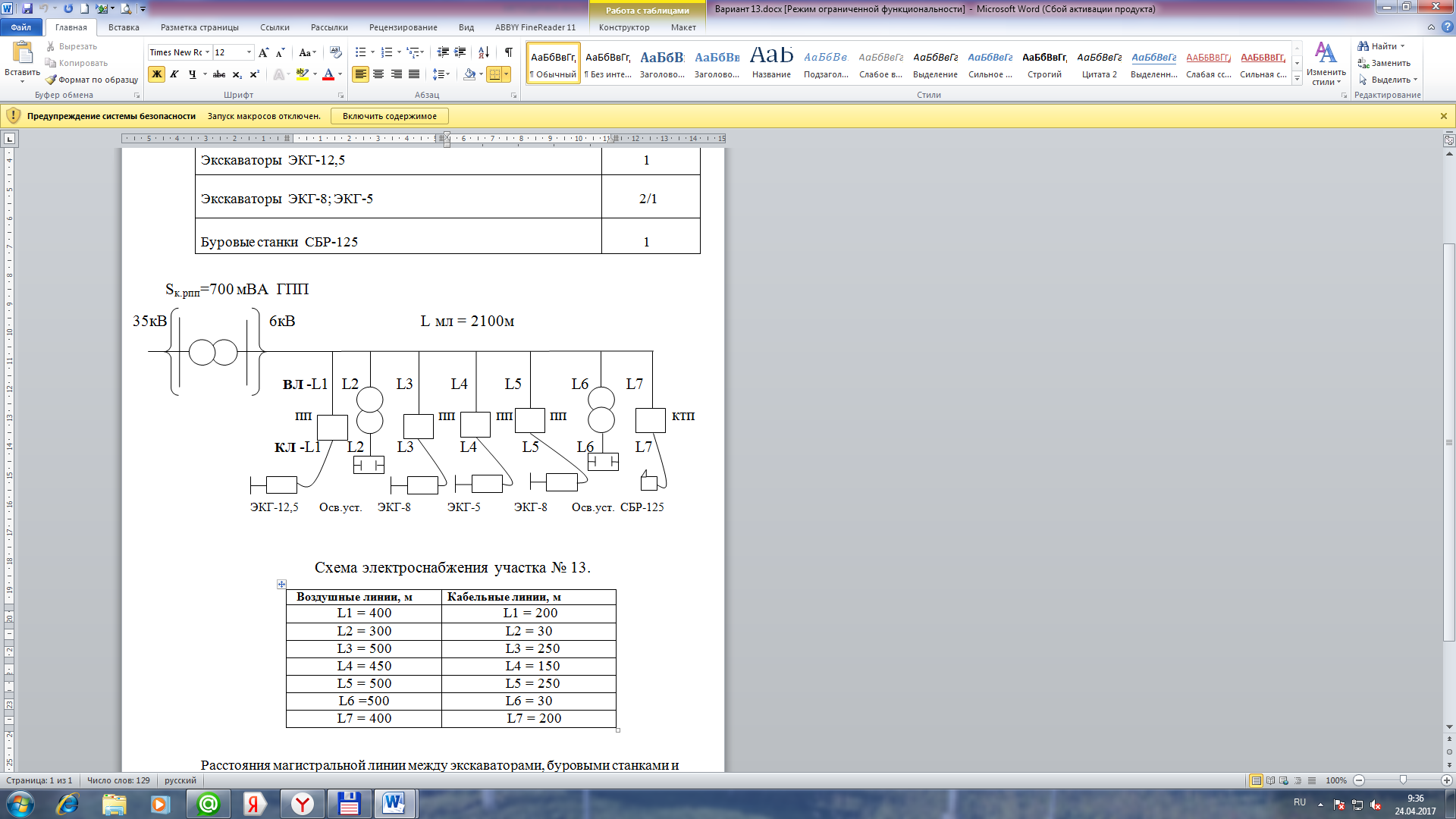


Схема электроснабжения участка № 13.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 400 | L1 = 200 |
| L2 = 300 | L2 = 30 |
| L3 = 500 | L3 = 250 |
| L4 = 450 | L4 = 150 |
| L5 = 500 | L5 = 250 |
| L6 =500 | L6 = 30 |
| L7 = 400 | L7 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 300 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 14**

« Проект электроснабжения участка № 14 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-12 | 1 |
| Экскаваторы ЭКГ-4; ЭКГ-8И | 1/1 |
| Буровые станки СБУ-160 | 1 |
| Буровые станки СБР-160 Б-32 | 1 |

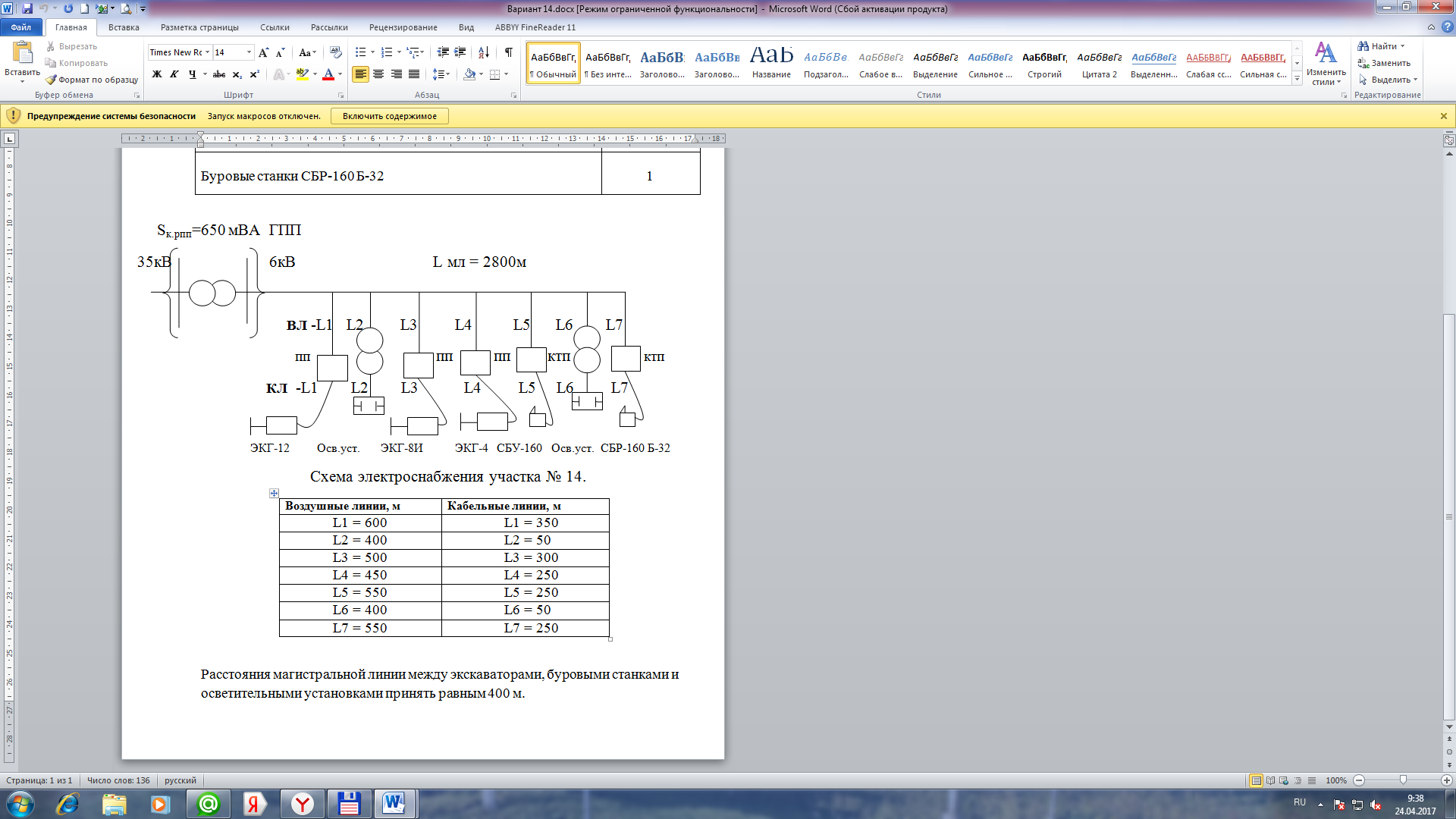


Схема электроснабжения участка № 14.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 600 | L1 = 350 |
| L2 = 400 | L2 = 50 |
| L3 = 500 | L3 = 300 |
| L4 = 450 | L4 = 250 |
| L5 = 550 | L5 = 250 |
| L6 = 400 | L6 = 50 |
| L7 = 550 | L7 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 15**

« Проект электроснабжения участка № 15 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 1 |
| Буровые станки СБУ-200 | 2 |

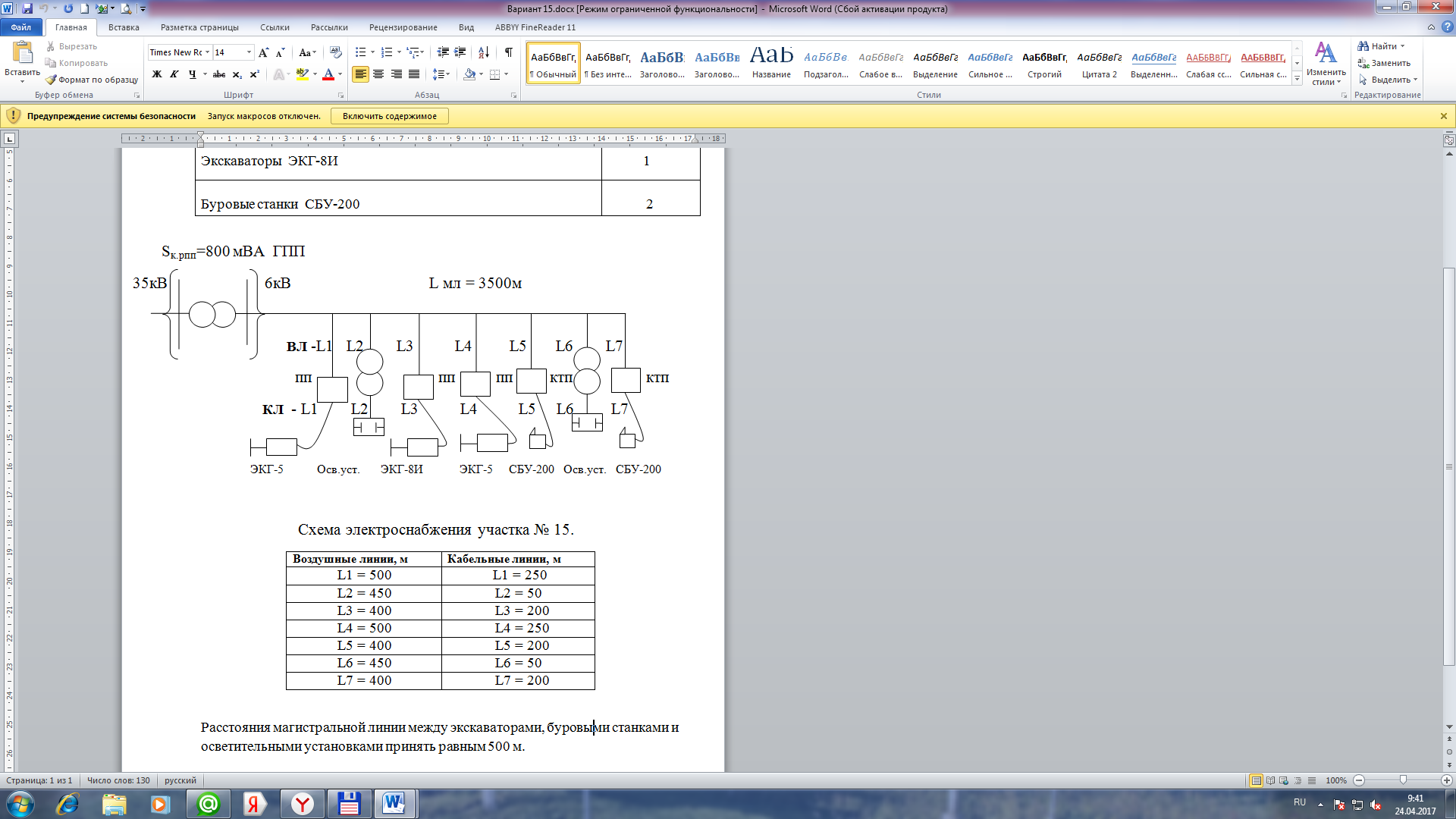


Схема электроснабжения участка № 15.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 500 | L1 = 250 |
| L2 = 450 | L2 = 50 |
| L3 = 400 | L3 = 200 |
| L4 = 500 | L4 = 250 |
| L5 = 400 | L5 = 200 |
| L6 = 450 | L6 = 50 |
| L7 = 400 | L7 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 500 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 16**

« Проект электроснабжения участка № 16 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-10/70 | 1 |
| Буровые станки СБУ-125 А-32 | 2 |

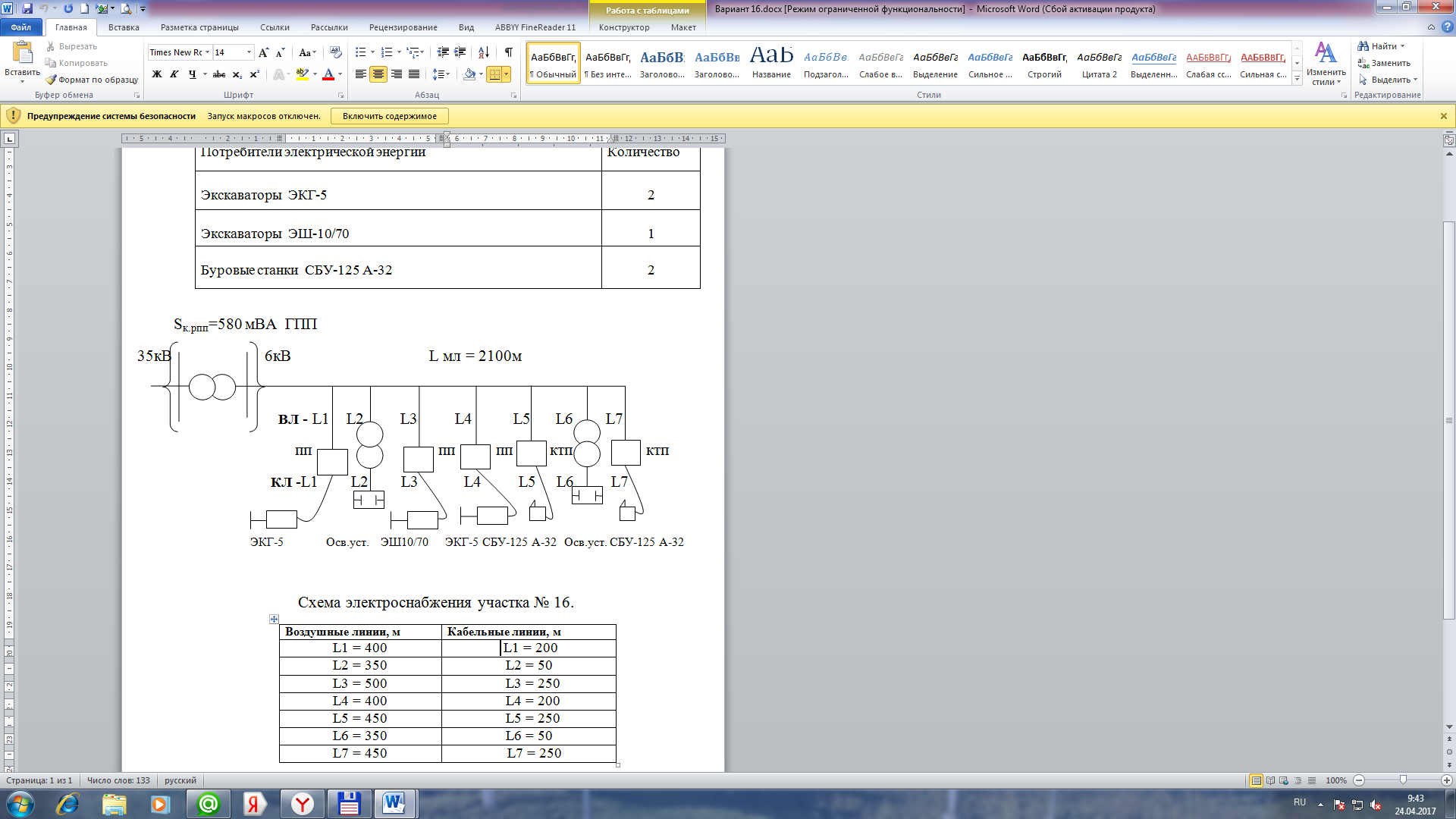


Схема электроснабжения участка № 16.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 400 | L1 = 200 |
| L2 = 350 | L2 = 50 |
| L3 = 500 | L3 = 250 |
| L4 = 400 | L4 = 200 |
| L5 = 450 | L5 = 250 |
| L6 = 350 | L6 = 50 |
| L7 = 450 | L7 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 300 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 17**

« Проект электроснабжения участка № 17 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаватор ЭКГ-4У | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-15/90 | 1 |
| Буровые станки СБР-125-30 | 2 |

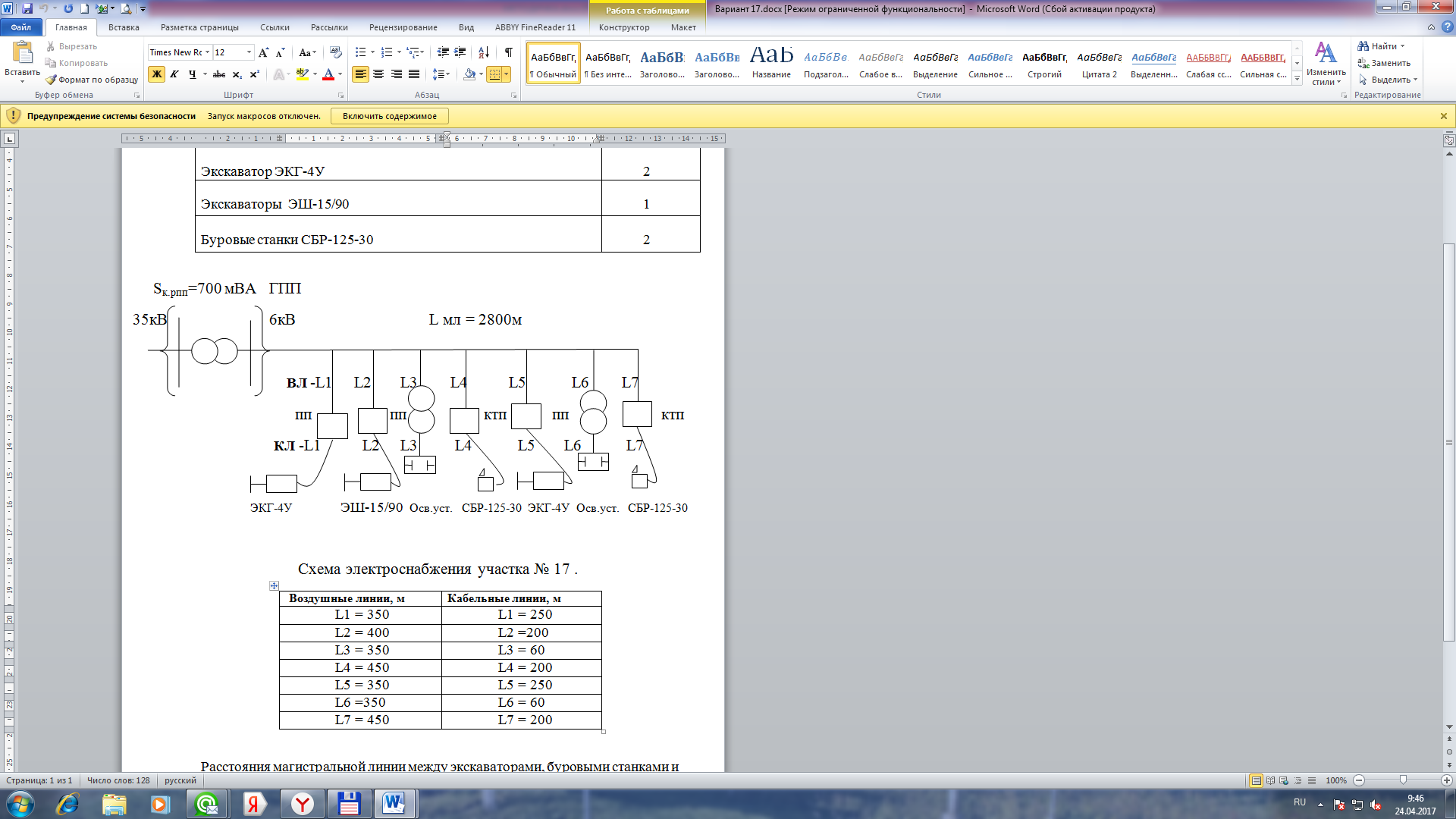


Схема электроснабжения участка № 17 .

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 350 | L1 = 250 |
| L2 = 400 | L2 =200 |
| L3 = 350 | L3 = 60 |
| L4 = 450 | L4 = 200 |
| L5 = 350 | L5 = 250 |
| L6 =350 | L6 = 60 |
| L7 = 450 | L7 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 18**

« Проект электроснабжения участка № 18 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаватор ЭКГ-15 | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-13/50 | 2 |
| Буровые станки СБШ-320-36 | 1 |

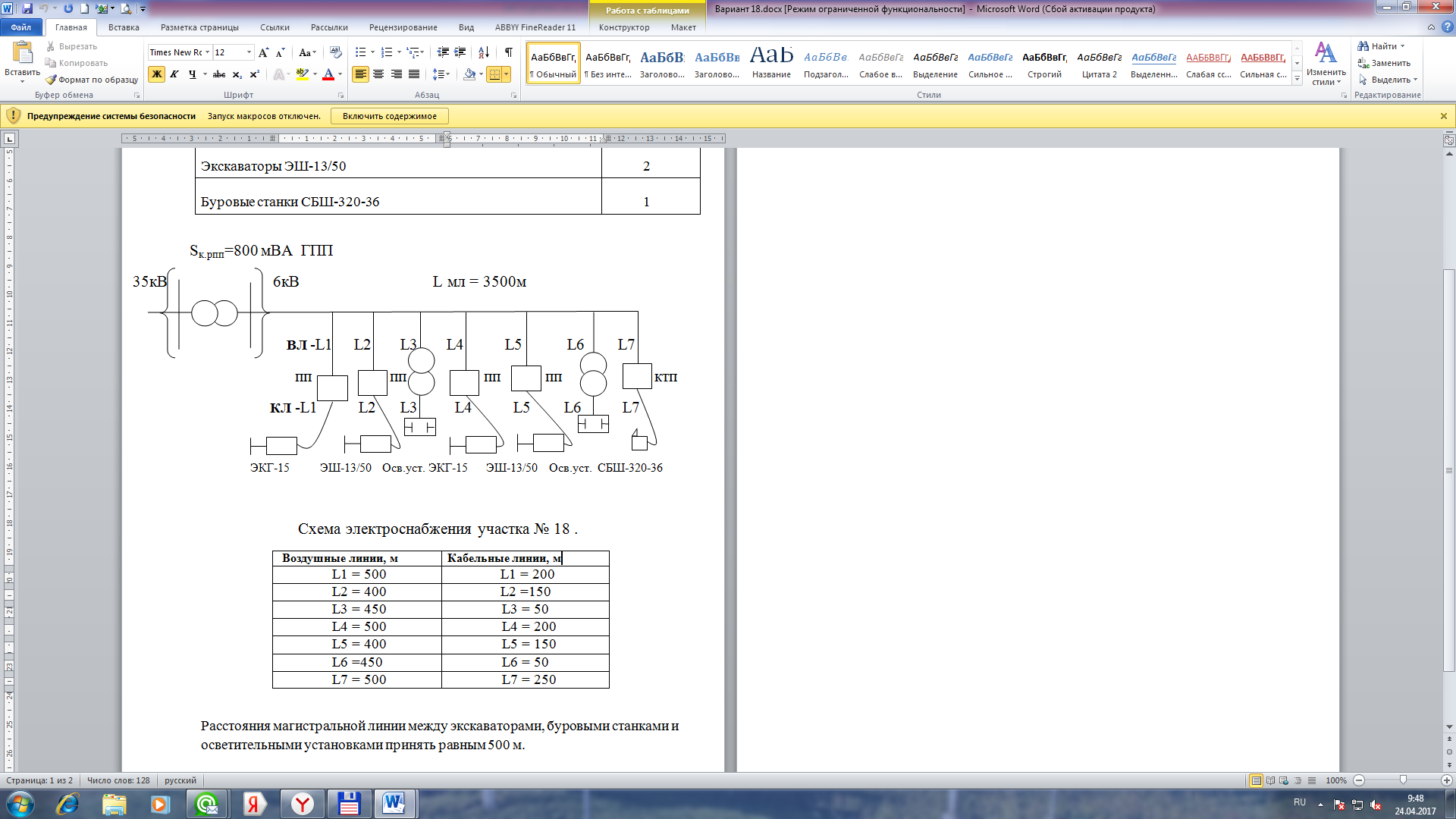


Схема электроснабжения участка № 18 .

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 500 | L1 = 200 |
| L2 = 400 | L2 =150 |
| L3 = 450 | L3 = 50 |
| L4 = 500 | L4 = 200 |
| L5 = 400 | L5 = 150 |
| L6 =450 | L6 = 50 |
| L7 = 500 | L7 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 500 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 19**

« Проект электроснабжения участка № 19 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-4,6 | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 1 |
| Буровые станки СБУ-160 | 2 |

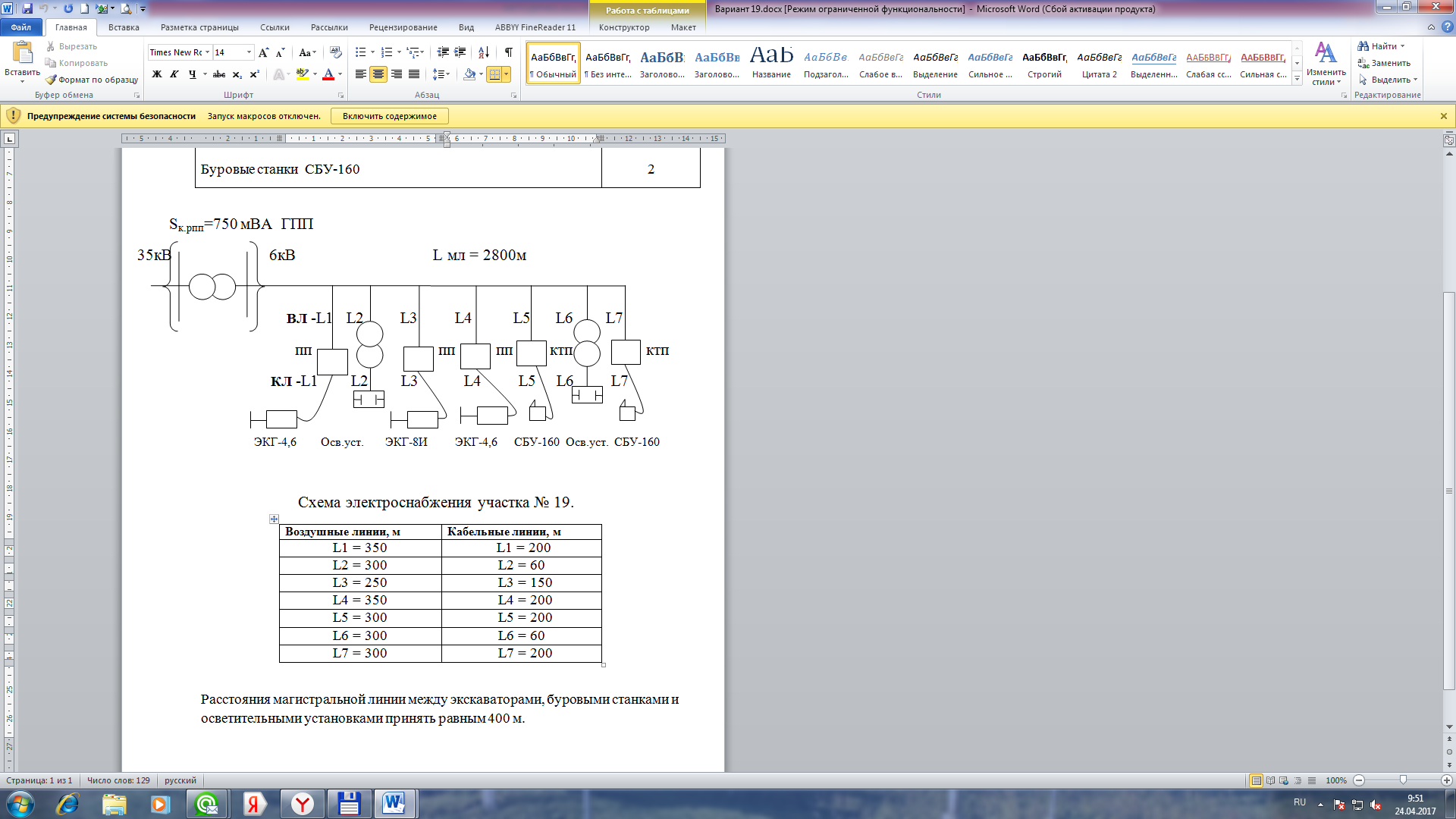


Схема электроснабжения участка № 19.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 350 | L1 = 200 |
| L2 = 300 | L2 = 60 |
| L3 = 250 | L3 = 150 |
| L4 = 350 | L4 = 200 |
| L5 = 300 | L5 = 200 |
| L6 = 300 | L6 = 60 |
| L7 = 300 | L7 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 20**

« Проект электроснабжения участка № 20 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-6,3Ус | 2 |
| Экскаваторы ЭКГ-12,5 | 1 |
| Буровые станки СБУ-200 | 2 |

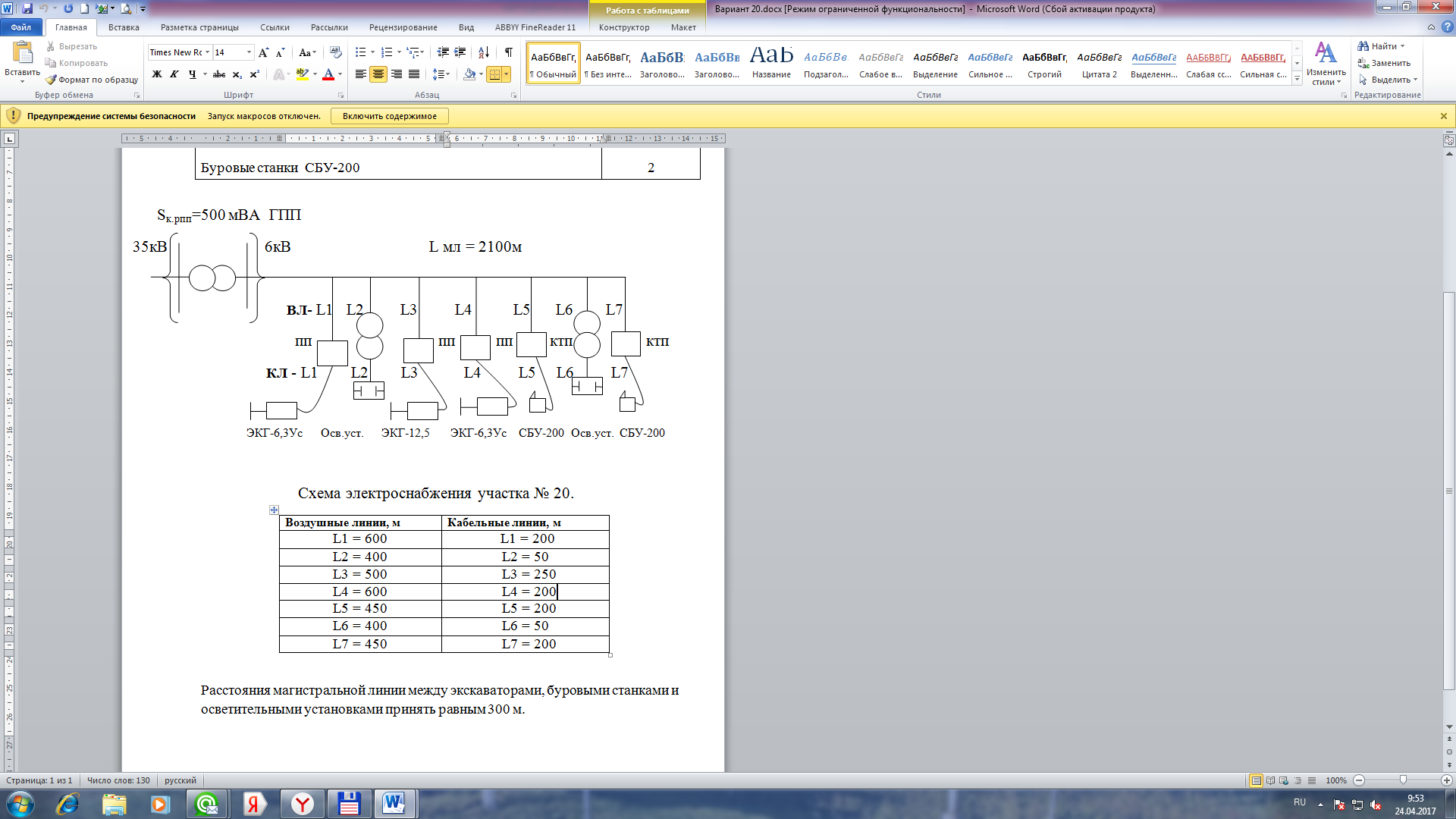


Схема электроснабжения участка № 20.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 600 | L1 = 200 |
| L2 = 400 | L2 = 50 |
| L3 = 500 | L3 = 250 |
| L4 = 600 | L4 = 200 |
| L5 = 450 | L5 = 200 |
| L6 = 400 | L6 = 50 |
| L7 = 450 | L7 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 300 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 21**

« Проект электроснабжения участка № 21 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 1 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 2 |
| Буровые станки СБУ-200 | 2 |

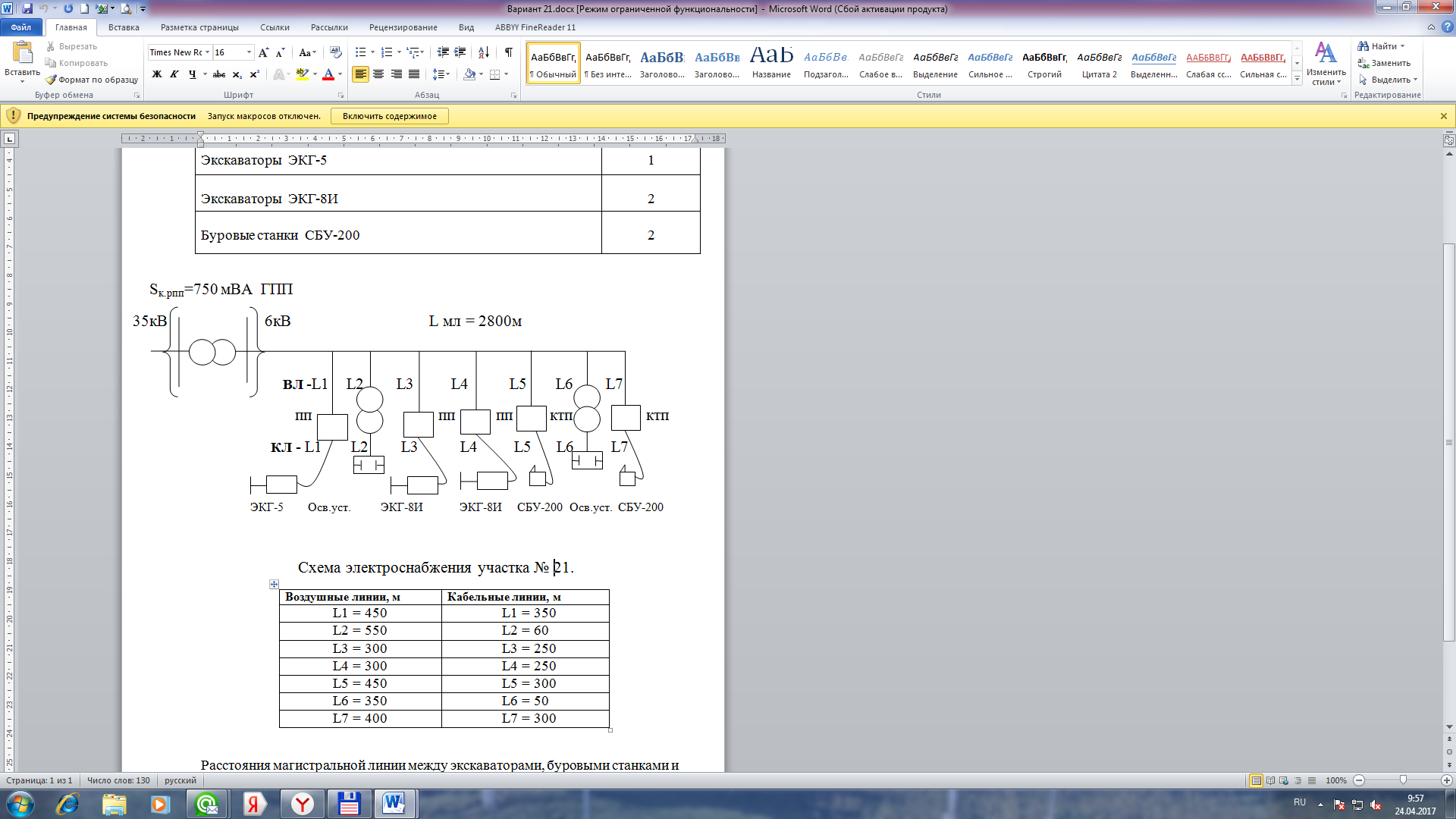


Схема электроснабжения участка № 21.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 450 | L1 = 350 |
| L2 = 550 | L2 = 60 |
| L3 = 300 | L3 = 250 |
| L4 = 300 | L4 = 250 |
| L5 = 450 | L5 = 300 |
| L6 = 350 | L6 = 50 |
| L7 = 400 | L7 = 300 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 22**

« Проект электроснабжения участка № 22 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаватор ЭКГ-4У | 1 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 2 |
| Экскаватор ЭКГ- 4,6 | 1 |
| Буровые станки СБУ-160 | 2 |

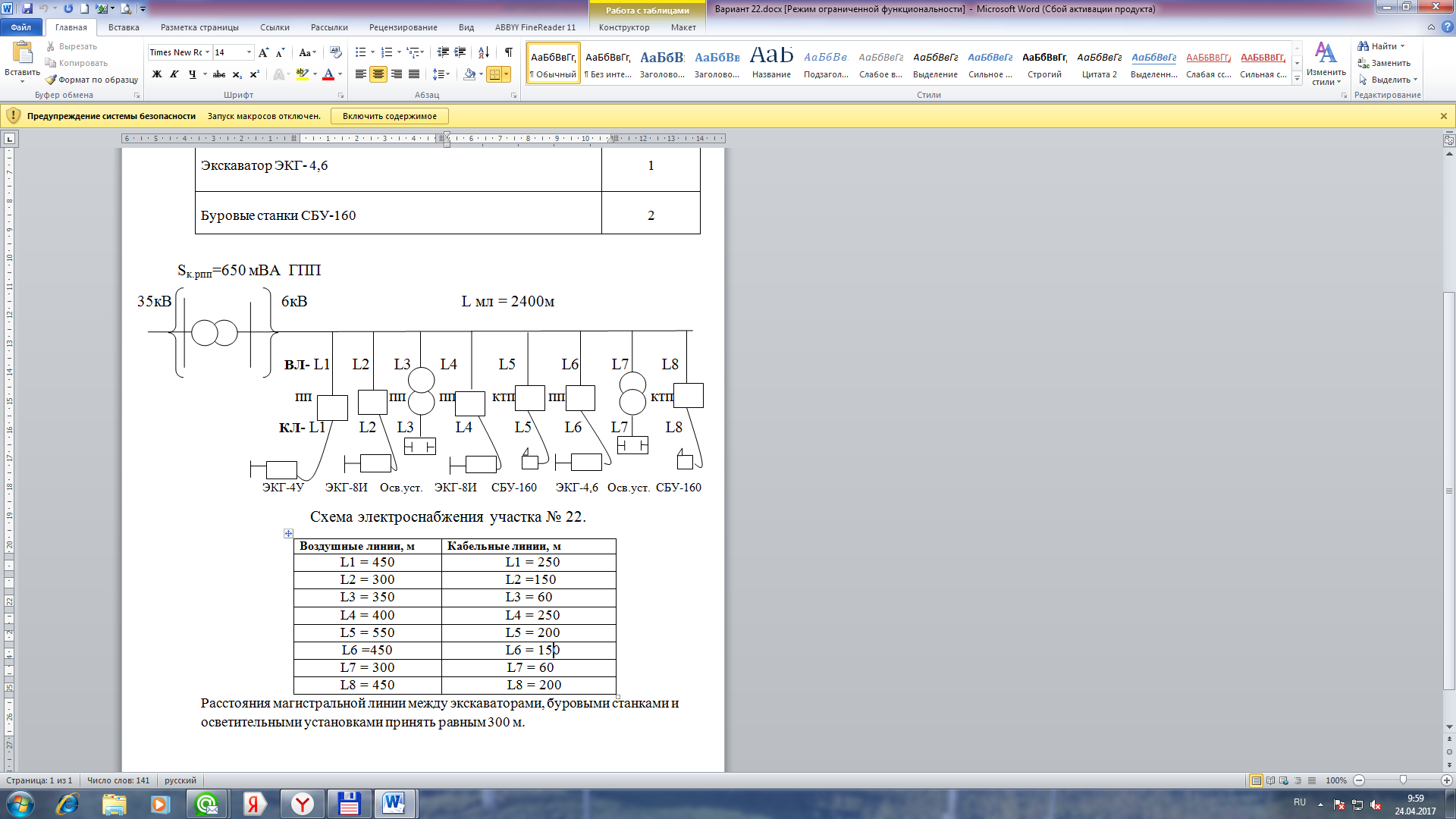


Схема электроснабжения участка № 22.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 450 | L1 = 250 |
| L2 = 300 | L2 =150 |
| L3 = 350 | L3 = 60 |
| L4 = 400 | L4 = 250 |
| L5 = 550 | L5 = 200 |
| L6 =450 | L6 = 150 |
| L7 = 300 | L7 = 60 |
| L8 = 450 | L8 = 200 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 300 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 23**

« Проект электроснабжения участка № 23 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-4У | 1 |
| Экскаваторы ЭШ-6/60 | 2 |
| Буровые станки 2СБШ-200Н | 2 |

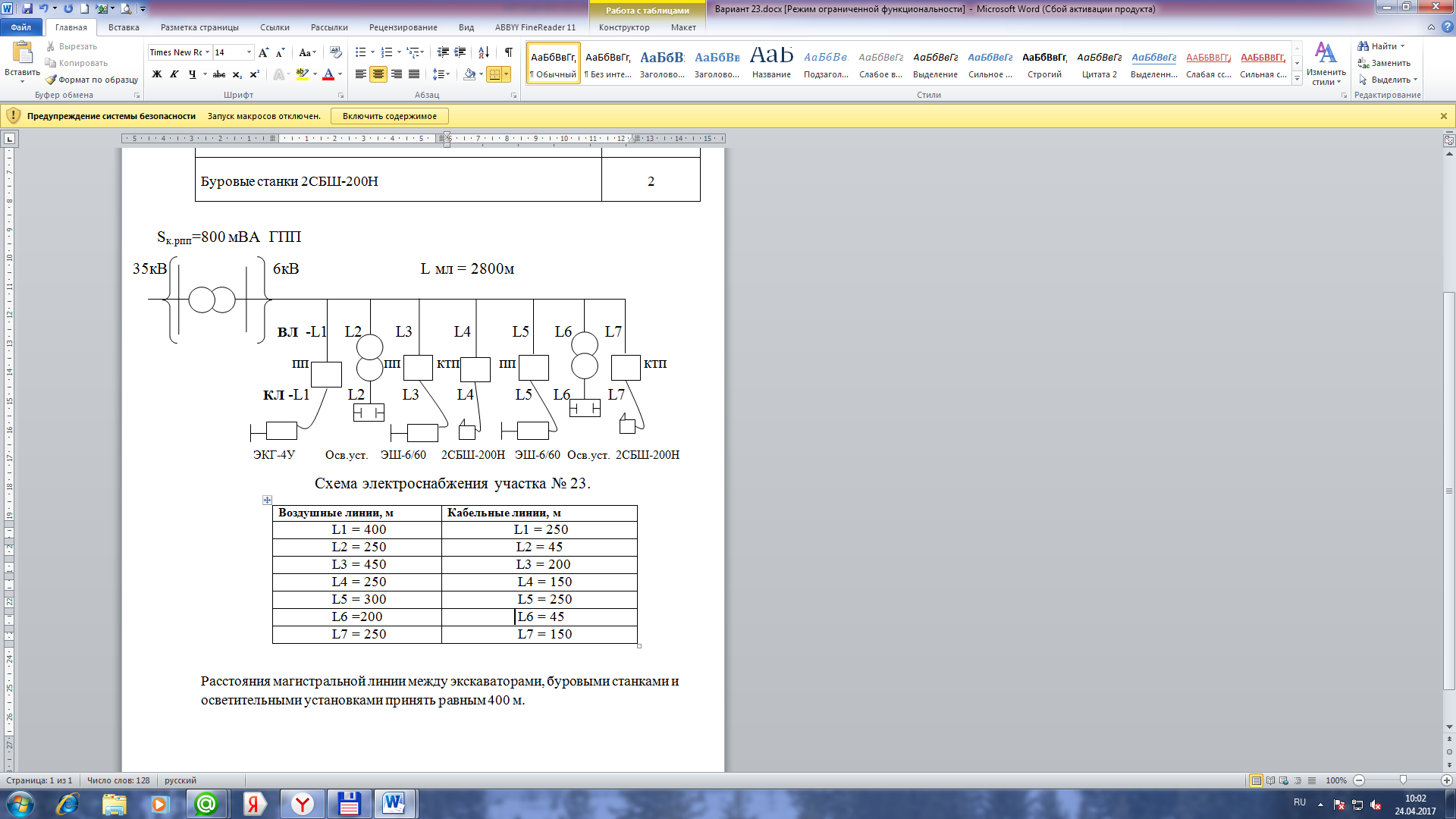


Схема электроснабжения участка № 23.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 400 | L1 = 250 |
| L2 = 250 | L2 = 45 |
| L3 = 450 | L3 = 200 |
| L4 = 250 | L4 = 150 |
| L5 = 300 | L5 = 250 |
| L6 =200 | L6 = 45 |
| L7 = 250 | L7 = 150 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 400 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 24**

« Проект электроснабжения участка № 24 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 1 |
| Экскаваторы ЭКГ-8И | 2 |
| Буровые станки СБУ-160 | 2 |

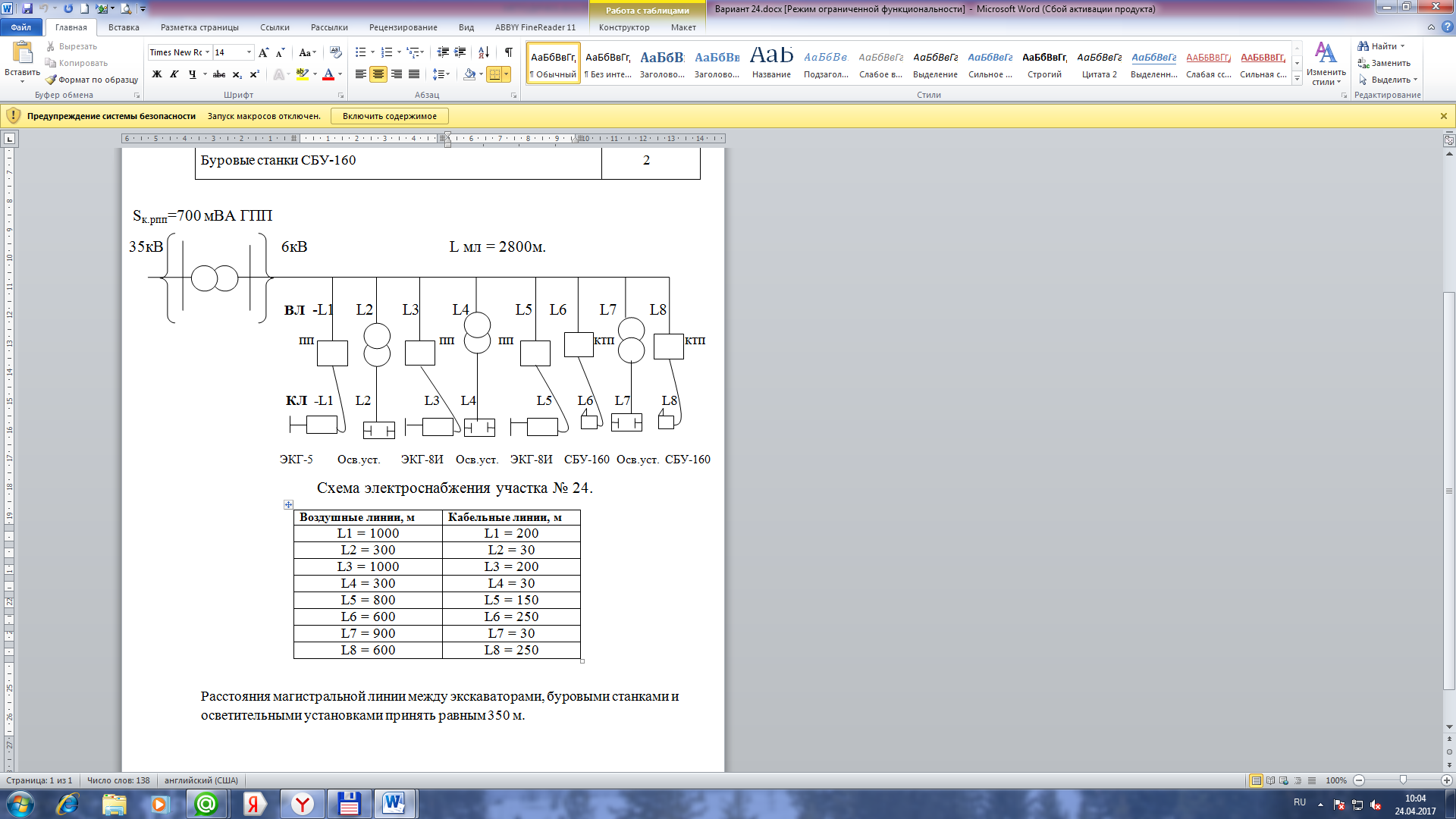


Схема электроснабжения участка № 24.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 1000 | L1 = 200 |
| L2 = 300 | L2 = 30 |
| L3 = 1000 | L3 = 200 |
| L4 = 300 | L4 = 30 |
| L5 = 800 | L5 = 150 |
| L6 = 600 | L6 = 250 |
| L7 = 900 | L7 = 30 |
| L8 = 600 | L8 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 350 м.

продолжение Приложения

**Вариант № 25**

« Проект электроснабжения участка № 25 карьера «Учебный»»

|  |  |
| --- | --- |
| Потребители электрической энергии | Количество |
| Экскаваторы ЭКГ-5 | 2 |
| Экскаваторы ЭШ-5/45 | 1 |
| Буровые станки СБУ-160 | 2 |

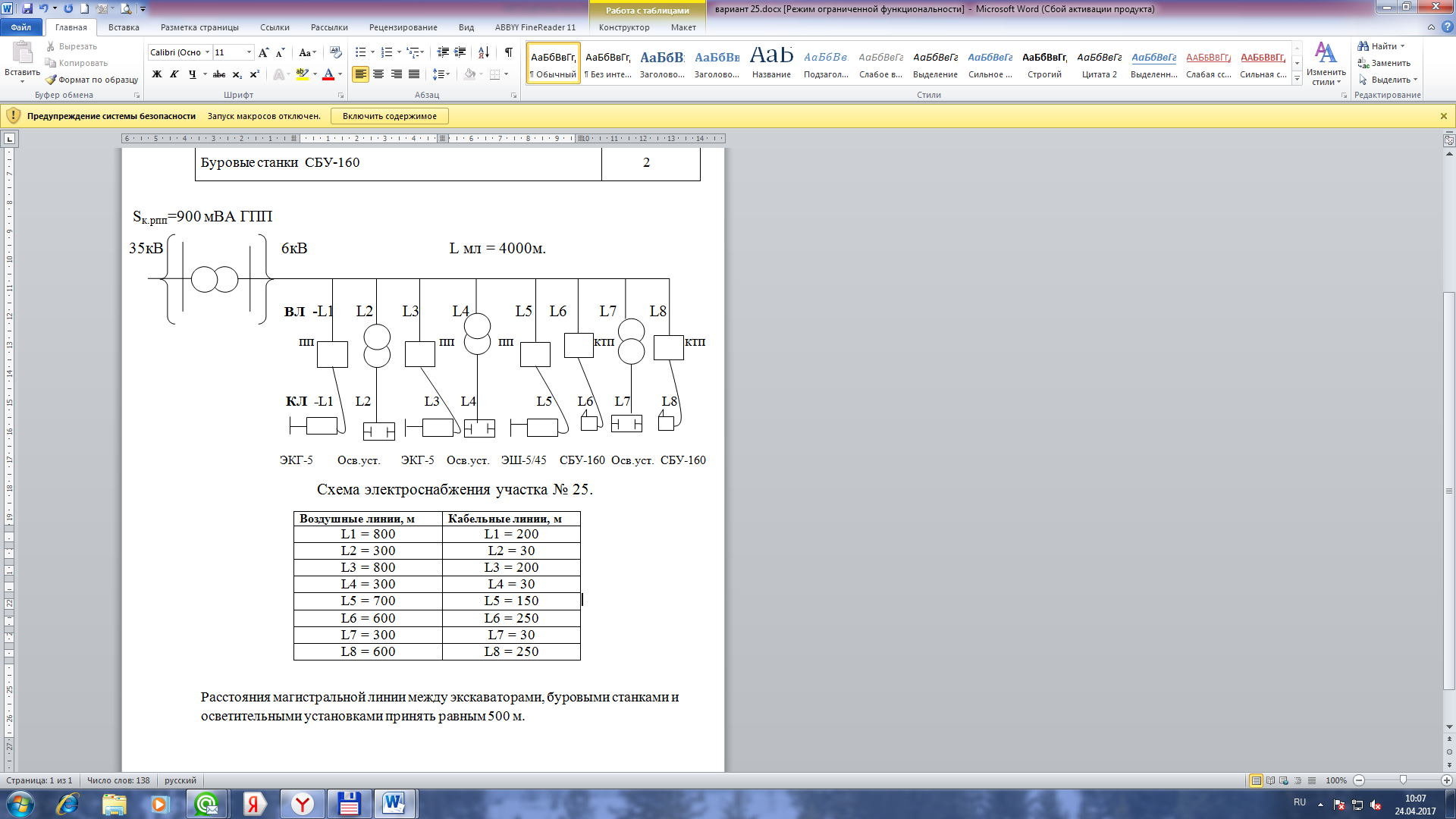


Схема электроснабжения участка № 25.

|  |  |
| --- | --- |
| **Воздушные линии, м** | **Кабельные линии, м** |
| L1 = 800 | L1 = 200 |
| L2 = 300 | L2 = 30 |
| L3 = 800 | L3 = 200 |
| L4 = 300 | L4 = 30 |
| L5 = 700 | L5 = 150 |
| L6 = 600 | L6 = 250 |
| L7 = 300 | L7 = 30 |
| L8 = 600 | L8 = 250 |

Расстояния магистральной линии между экскаваторами, буровыми станками и осветительными установками принять равным 500 м.

**Список литературы**

1. Зыков Н.В. Единые требования к оформлению курсового и дипломного проекта (работы). Методические указания.- Чита, Забайкальский горный колледж имени М.И. Агошкова, 2015-36 с.
2. Голубев В.А., Справочник энергетика карьера. – М.: Недра, 1986.-419с
3. Железных Н.А., Зосименко В.М., Электрослесарь по ремонту и эксплуатации электрооборудования карьера. – М.: Недра, 1986.-263с.
4. Чулков Н.Н., Электрификация карьеров в задачах и примерах. – М.: Недра, 1972.-253с
5. Котлярчук В.А., Заварыкин Б.С., Распределительные устройства электрических сетей разрезов. – М.: Недра, 1982.-93с.
6. Блок В.М. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей. – М.: Высшая школа. 1981.-303с.
7. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Колос. 1980.-342с.
8. Виноградов В.С. Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий. – М.: Недра. 1983.-332с.
9. Медведев Г.Д. Электрооборудование и электроснабжениегорных предприятий. - М.: Недра. 1988.-356с.
10. Стандарт предприятия. Общие требования к организации курсовой работы. – Чита. 2001.-7с.
11. Котлярчук В.А., Гончаров А.Ф. Электроснабжение экскаваторов. – М.: Недра. 1980.-174с.
12. Бариев Н.В. Электрослесарь на открытых горных работах. – М.: Недра. 1980.-293с.
13. Шадов М.И. Справочник механика открытых горных работ. – М.: Недра. 1987.-396 с.
14. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат. -1987.-646с.
15. Справочник по проектированию электрического освещения. Под ред. Кноринга. Г М. – М.: Энергия, 1976 -358 с.

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Общие положения………………………………………………………. | 3 |
| 2. Указания по разработке разделов проекта…………………………… | 5 |
| 2.1. Введение……………………………………………………………… | 5 |
| 2.2. Краткая характеристика участка и характеристика потребителей  электроэнергии……………………………………………………………… | 6 |
| 2.3. Расчёт и устройство осветительной сети…………………………… | 6 |
| 2.4. Выбор схемы электроснабжения участка………………………… | 10 |
| 2.5. Определение мощности и выбор типа трансформаторов  главной понизительной подстанции (ГПП)……………………………… | 11 |
| 2.6. Выбор мощности и типа трансформаторов и комплексных  трансформаторных подстанций (ПКТП) и место расположения ПКТП……… | 18 |
| 2.7. Выбор сечения воздушных линий по условиям нагрева и  проверка по экономической плотности тока……………………………… | 22 |
| 2.8. Выбор и проверка марки и сечения кабельных линий………….… | 26 |
| 2.9. Проверка сети по допустимой потери напряжения………………… | 29 |
| 2.10. Выбор приключательных пунктов……………………………… | 32 |
| 2.11. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением  выше 1000 В………………………………………………………………… | 32 |
| 2.12. Расчёт токов короткого замыкания в сетях напряжением  ниже 1000 В………………………………………………………………… | 36 |
| 2.13. Электрическая защита карьерных воздушных и кабельных  линий электропередачи и силовых трансформаторов…………………… | 38 |
| 2.14 Устройство и расчёт защитного заземления на участке………… | 43 |
| 2.15. Техника безопасности при эксплуатации, ремонте и  монтаже электрооборудования участка карьера………………………… | 47 |
| 2.16. Заключение………………………………………………………… | 47 |
| 2.17. Список использованной литературы…………………………… | 47 |
| Приложение…………………………………………………………………… | 48 |
| Список литературы…………………………………………………………… | 73 |

**Юлия Владиславовна Абрамова**

**Методические указания**

по выполнению курсового проекта

по МДК 01.02 Основы технической эксплуатации и обслуживания

электрического и электромеханического оборудования

для студентов очного и заочного обучения специальности

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и

электромеханического оборудования (в горной отрасли)

На тему: «Проект электроснабжения участка карьера (разреза)»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Подписано в печать |  | Формат 60/90/16 |
| Бумага офисная |  | Тираж 30 |

Отпечатано в КМУ Забайкальского горного колледжа имени М.И. Агошкова

672039, Чита, ул. Баргузинская, 41