**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Факультет комп’ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,

електроінженерії та радіоелектроніки

**Кафедра електричної інженерії**

**Курсовий проект**

з дисципліни «Електричні системи та мережі»

на тему \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕЛКп-19

(шифр групи)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Макогон В. К.

(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник доцент, кандидат технічних наук Шеїна Г. О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Чотирибальна шкала:

Кількість балів:

Члени комісії:

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Покровськ – 2021 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Факультет КІТАЕР

**Кафедра електричної інженерії**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

**Завідувач кафедри**

(Колларов О.Ю.)

« » 2021р.

**ЗАВДАННЯ**

НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Макогон Вікторія Костянтинівна

(прізвище, ім’я, по батькові)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Тема проекту: | |  | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| 2. Керівник проекту: | | Шеїна Ганна Олександрівна, доц., кандидат тех. наук | | | |
|  | | (прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання) | | | |
| 3. Основні пункти завдання: | | | | | |
| 1. Проектування електричної мережі | | | | | |
| 2. Розрахунок режиму максимальних навантажень | | | | | |
| 3. Розрахунок післяаварійного режиму | | | | | |
| 4. Аналіз режимів електричної мережі | | | | | |
|  | | | | | |
| 4. Вихідні дані (у разі необхідності): | | | | | |
| |  | | --- | |  | |  | |  | | | | | | |
|  | | | | | |
| 5. Рекомендована література (у разі необхідності): | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
|  | | | | | |
| Студент: |  | | | Макогон В.К. |
|  | (дата) | | (підпис) | (прізвище та ініціали) |
| Керівник роботи: |  | | | Шеїна Г.О. |
|  | (дата) | | (підпис) | (прізвище та ініціали) |

**ЗМІСТ**

с.

|  |  |
| --- | --- |
| ВСТУП . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 |
| 1 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 |
| 1.1 Стисла характеристика споживачів району . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 |
| 1.2 Визначення сумарного розрахункового навантаження району . . . . . . . . . | 4 |
| 1.3 Розробка варіантів схем електропостачання споживачів району . . . . . . . | 7 |
| 1.3.1 Основні вимоги до схем мережі . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 7 |
| 1.3.2 Розробка варіантів схем . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 8 |
| 1.3.3 Попереднє порівняння варіантів за натуральними показниками . . | 10 |
| 1.4 Попередній розрахунок потокорозподілу і вибір номінальної  напруги . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 11 |
| 1.5 Вибір найбільш економічного варіанта електропостачання. . . . . . . . . . . | 19 |
| 1.5.1 Критерій вибору. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 19 |
| 1.5.2 Розрахунок капітальних вкладень. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20 |
| 1.5.3 Розрахунок щорічних витрат. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 23 |
| 2 РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ МАКСИМАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ. . . . . . . . | 29 |
| 2.1 Складання розрахункових схем. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 30 |
| 2.2 Розрахунок попереднього потокорозподілу в кільцевій мережі. . . . . . . . | 36 |
| 2.3 Визначення потоків потужності з урахуванням втрат. . . . . . . . . . . . . . . . | 36 |
| 3 РОЗРАХУНОК ПІСЛЯАВАРІЙНОГО РЕЖИМУ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 43 |
| 4 АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 43 |
| 4.1 Оцінка завантаження ліній електропередачі . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 43 |
| 4.2 Аналіз складу втрат потужності і к.к.д. електропередачі. . . . . . . . . . . . . . | 44 |
| 4.3 Аналіз напруг. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 47 |
| ВИСНОВКИ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 48 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 49 |

ВСТУП

Розвиток електроенергетичної системи визначається зростанням споживання електричної енергії, матеріальними і трудовими ресурсами. Від інженерів-електриків потрібна розумна й ощадлива їх витрата.

Процес проектування є початком реалізації капітальних вкладень у спорудження енергетичних об'єктів, на якому закладаються основи економічної ефективності майбутньої мережі. На кожному етапі проектування необхідно вміти аналізувати й економічно обґрунтовувати прийняті технічні рішення. Найбільш важливими етапами проектування мережі є:

* обґрунтування доцільної конфігурації мережі;
* вибір номінальних напруг, перетинів проводів ліній електропередач;
* визначення потужності трансформаторів підстанцій;
* вибір компенсуючих і регулюючих пристроїв і місць їх розташування.

Найбільш вигідне рішення знаходиться на основі техніко-економічного порівняння ряду варіантів. У процесі проектування користуються провідними вказівками і нормативно-довідковими матеріалами.

Змістом курсового проекту є розробка ескізного проекту районної електричної мережі з номінальною напругою 35-330 кВ. Мережа призначена для постачання електроенергією 6 вузлів навантаження від одного джерела живлення.

Вихідними даними для виконання проекту є:

1. Географічне розташування джерела і вузлів навантаження на плані місцевості.

Координати (X, Y) джерела і пунктів споживання електроенергії щодо умовного початку координат приведені в табл. А.1 (Додаток А). Номер варіанта для студентів очної форми навчання приймається за узгодженням з керівником проекту, а для студентів заочної форми навчання – за двома останніми цифрами номера залікової книжки. Масштаб ситуаційного плану приймається рівним від 3 до 5 км у см (за вказівкою керівника проекту). Умовний початок координат (X, Y) розташовується в нижньому лівому куті стандартного листа пояснювальної записки (формат 297 х 210 мм).

2. Дані про споживачів електроенергії в заданих пунктах.

Значення активної () і реактивної () потужностей споживачів у максимальному режимі з урахуванням росту електроспоживання на перспективу в 5 років приведені в табл. А.2 (Додаток А). Там же вказана величина часу використання максимального навантаження (), що передбачається однаковою для всіх пунктів. У табл. А.3 (Додаток А) вказана галузь промисловості переважного навантаження у вузлі і її категорія надійності. Приведені значення напруги вторинної мережі ().

3. Дані про джерело живлення (електростанція з розподільними пристроями напругою 35 – 330 кВ).

4. Відомості про кліматичні умови (район за ожеледдю) приведені в табл. А.3 (Додаток А).

1 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ.

1.1 Стисла характеристика споживачів району

Таб. 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування ПС | Рм | Qм | Х | Y | U2 ном | Категорія надійності |
|  | МВт | Мвар | мм | мм | кВ |  |
| А | 4 | 3 | 110 | 235 | 6 | I |
| Б | 6 | 2 | 75 | 250 | 6 | I |
| В | 20 | 15 | 110 | 205 | 10 | II |
| Г | 7 | 5 | 165 | 240 | 10 | II |
| Д | 5 | 2 | 95 | 280 | 6 | I |
| Е | 5 | 3 | 150 | 200 | 10 | II |
| ДЖ | - | - | 75 | 105 |  |  |
| Σ | 47 | 30 |  |  |  |  |

1.2 Визначення сумарного розрахункового навантаження району











Рис. 1.1

1.3 Обґрунтування необхідності і вибір місця спорудження вузлової підстанції.

ТЦН:





Обґрунтування спорудження вузлової підстанції в точці А

Таб. 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наймену-вання ПС | Рм | Х | Р·Х | Y | P·Y | ℓПС-ТЦН | Рм·ℓПС-ТЦН |
|  | МВт | мм | МВт·мм | мм | МВт·мм | мм | МВт·мм |
| А | 4 | 110 | 440 | 235 | 940 | 11 | 44 |
| Б | 6 | 75 | 450 | 250 | 1500 | 48 | 288 |
| В | 20 | 110 | 2200 | 205 | 4100 | 22 | 440 |
| Г | 7 | 165 | 1155 | 240 | 1680 | 50 | 350 |
| Д | 5 | 95 | 475 | 280 | 1400 | 58 | 290 |
| Е | 5 | 150 | 750 | 200 | 1000 | 42 | 210 |
| Σ | 47 |  | 5470 |  | 10620 |  | 1622 |



 (1.1)

Так як умова (1.1) виконується, то ВП доцільно споруджувати. З метою зменшення капіталовкладень у систему зовнішнього електропостачання ВП сполучають з найближчою до теоретичного центра навантажень підстанцією.

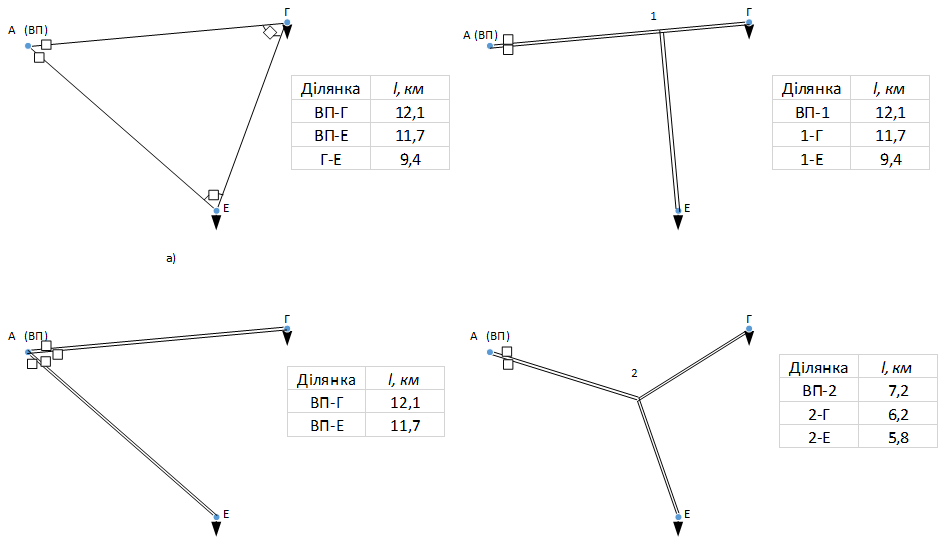


Рисунок 1.2

Таблиця 1.3 – Порівняння варіантів за натуральними показниками

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Натуральні показники | I група | | | | | II група | | | | |
| а) | б) | в) | г) | д) | а) | б) | в) | г) | д) |
| шт. | а) | б) | в) | г) | д) |  |  |  |  |  |
| км | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |  |
| км | 37,4 | 26,62 | 35,86 | 33 | 31,9 |  |  |  |  |  |

Висновок:

В першій групі варіантів для техніко-економічного порівняння я обираю 1) магістральну з відгалуженням (рис.1.2, д), як варіант, що має найменші натуральні показники (довжину ЛЕП і кількість вимикачів); 2) кільцеву схему (рис.1.2, б), як варіант, що має відмінну від попереднього варіанту електричну схему і має в порівнянні з радіальною схемою менші натуральні показники.

В другій групі варіантів .

Таблиця 1.4 – Вибір номінальної напруги в схемах

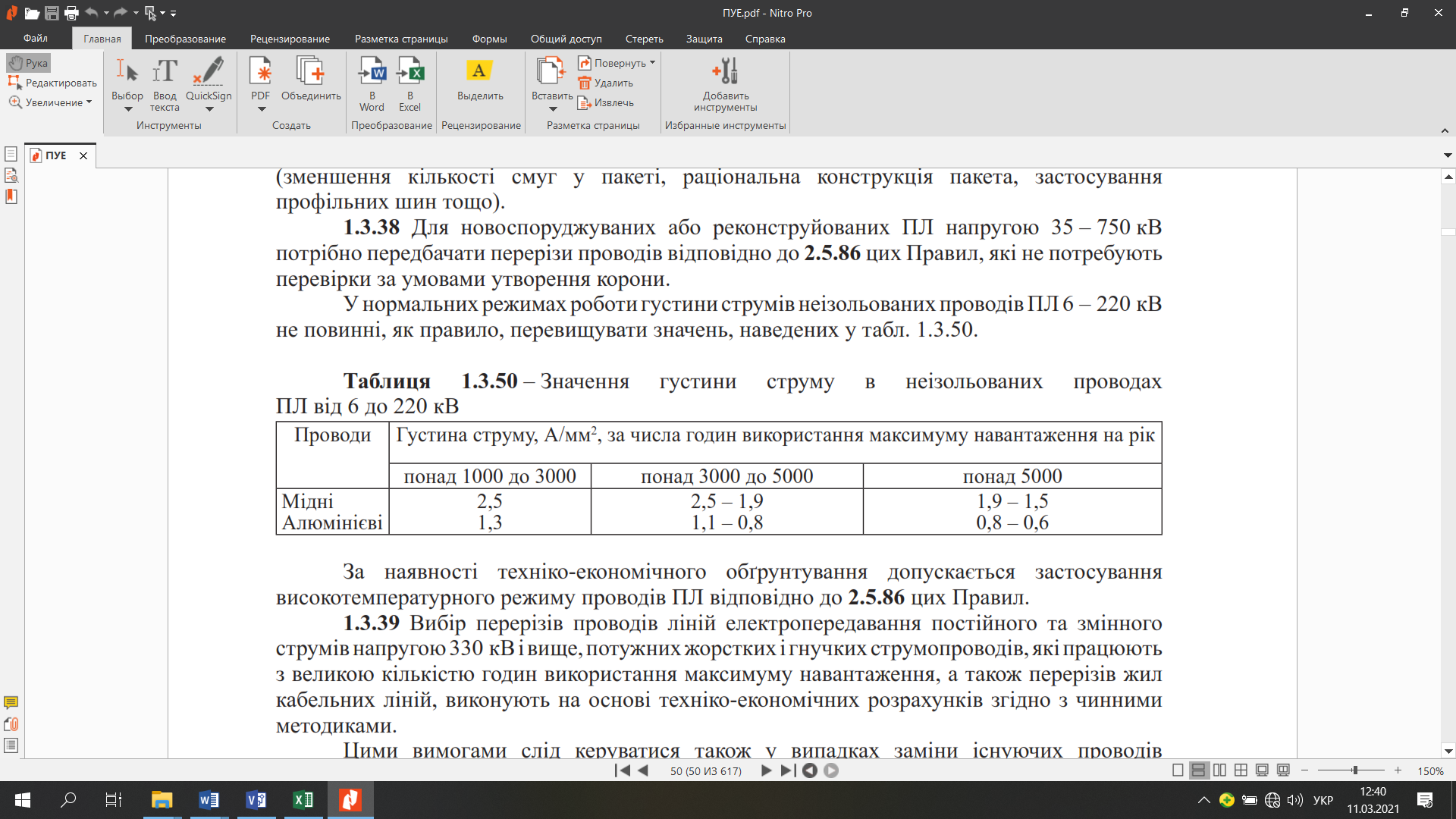
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Група | Варіант | Ділянка | , км | , МВт | *n* | , кВ | , кВ |
| I | Б | ВП-Б | 8,25 | 6,104 | 1 | 44,7 | 35 |
| ВП-Д | 10,45 | 4,896 | 1 | 40,9 |  |
| Б-Д | 7,82 | 0,104 | 1 | 13,4 |  |
| Д | ВП-3 | 6,71 | 11 | 2 | 42,2 | 35 |
| 3-Б | 1,54 | 6 | 2 | 30,5 |  |
| 3-Д | 6,71 | 5 | 2 | 29,7 |  |
| II | а | ВП-Г | 12,1 | 6,211 | 1 | 45,8 | 35 |
| ВП-Е | 11,7 | 5,789 | 1 | 44,3 |  |
| Г-Е | 9,4 | 0,789 | 1 | 20,4 |  |
| Г | ВП-2 | 7,2 | 12 | 2 | 44,1 | 35 |
| 2-Г | 6,2 | 7 | 2 | 34,2 |  |
| 2-Е | 5,8 | 5 | 2 | 29,4 |  |
| Мережа зовнішнього електропостачання | | ДЖ-В | 12 | 47 | 2 | 85,5 | 110 |
| В-А | 7 | 27 | 2 | 64,8 |  |

Висновок: так як номінальна напруга системи зовнішнього електропостачання – 110 кВ, а системи внутрішнього електропостачання – 35 кВ, то статус вузлової підстанції – знижувальна.

На ВП будуть встановлені два триобмоткових силових трансформатори на номінальні напруги 110, 35 і 6 кВ.

1.6

Густина струму для сталеалюмінієвих неізольованих проводів приймається згідно з табл. 1.3.50 ПУЕ, і складає =0,8 А/мм2.



Таблиця 1.5 – Розрахунок перетинів за економічною щільністю струму

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гру-па | Варі-ант | Ділянка мережі | *P*діл*+jQ*діл,  МВ⋅А | *S*діл,  МВ⋅А | *U*ном,  кВ | *n* | *I*р, А | *F*ек,  мм2 | Прийнята марка | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка проводу | Реальні перетини, мм2 | | Відношення **А : C** | |
| Алюміній | сталі | фактичне | за ПУЕ |
| АС-120/ | 95,4 | 15,9 | 6 | 4 – 4,5 |
| АС-150/ |  |  |  | 4 – 4,5 |
| АС-185/ | 244 | 31,7 | 7,7 | 4 – 4,5 |