

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
229-1 12-14 ноября 2020 года**

УДК 621.316

К.А. Москаleva, студент гр. ЭПм-191 (КузГТУ)

А.С. Хасанова, студент гр. ЭПм-191 (КузГТУ)

М.В. Фролова, студент гр. ЭПм-191 (КузГТУ)

С.Г. Захаренко, к.т.н., доцент (КузГТУ)

Научный руководитель И.Н. Паскарь, ст.преп. (КузГТУ)

г. Кемерово

**МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ
ПОСРЕДСТВОМ ПК RASTRWIN3**

Большинство задач в электроэнергетике решаются посредством расчетов установившихся режимов электроэнергетических систем различных классов напряжения. Технологический процесс в области автоматизированных расчётов в электроэнергетике сейчас существенно облегчает и упрощает расчет режимов не только в сетях высокого класса напряжения, но и в распределительных сетях 6—10 кВ. Одним из наиболее используемых инженерно-техническим персоналом является программный комплекс RastrWin3 [1].

ПК RastrWin3 специализируется на решении задач по расчетам и оптимизации режимов ЭЭС. В данной работе было моделирование участка энергосистемы Кемеровской области и произведен расчет установившегося режима работы в данной платформе.

Расчет установившегося режима работы охватывает энергорайон от ПС 500 кВ «Ново-Анжерская» до ПС 500 кВ «Беловская ГРЭС». Задача расчета установившихся режимов ЭЭС сводится к определению совокупности параметров, характеризующих работу системы: напряжений в различных точках системы, токов в ее элементах, потоков и потерь мощности и т. д.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

229-2

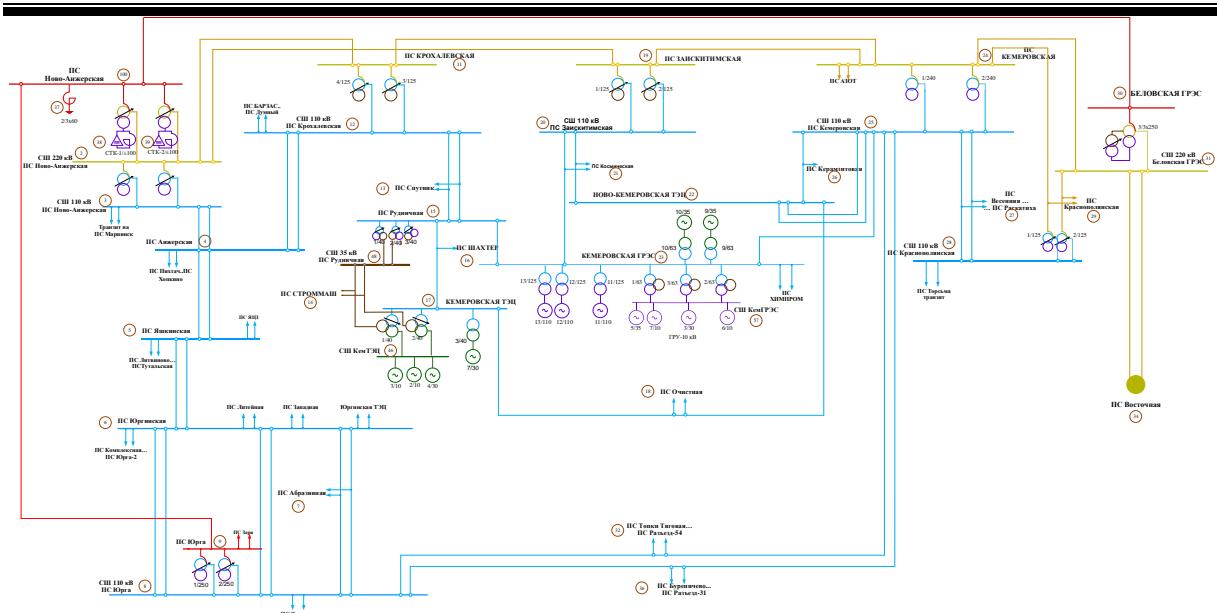


Рис. 1. Принципиальная схема энергорайона Кемеровской области

Расчет любых режимов работы предполагает собой подготовку исходных данных по схемам, нагрузкам и генераторам ЭС, а именно:

- нарисовать схему, включающую в себя указанные на ней узлы и ветви. При этом необходимо пронумеровать все узлы с учетом наличия промежуточных узлов;
 - для каждого узла определить номинальное напряжение и указать на схеме;
 - для каждого узла определить активную и реактивную мощность потребления;
 - определить проводимости (в микросименсах) шунтов на землю: батареи статических конденсаторов (БСК), шунтирующих реакторов (ШР);
 - определить продольные сопротивления и проводимость на землю для ЛЭП;
 - для трансформатора определить сопротивление, приведенное к стороне высокого напряжения, $R + jX$, проводимость шунта на землю и коэффициент трансформации;
 - автотрансформаторы и трехобмоточные трансформаторы представить по схеме «звезда» с промежуточным узлом и тремя ветвями [3].
 - определить балансирующий узел и указать модуль его напряжения

Расчеты потокораспределения мощности, уровня напряжения и потерь мощности выполняются при нормальной схеме сети, а также при отключении отдельных ее элементов. Расчет установившегося режима производится после исправления всех ошибок, обнаруженных программой.

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

229-3

12-14 ноября 2020 года

Последовательность расчета установившегося режима основана на составлении уравнений узловых напряжений, которые решаются методом Ньютона. В программном комплексе RastrWin3 по завершении расчетов выдается протокол, отображающий величины итерационного процесса (рис.2)

Расчет установившегося режима. Сообщений - 5											
Ит	Мах.неб.	Узлы	>V	Узел	<V	Узел	Угол	Линия	Rk	Шаг	
0	352.4	3542.5	9 2 1.05	38 1.00	2 0.0	45-46	0.00	1.000			
1	336.1	3661.9	2 2 1.05	38 0.93	53 16.8	23-59	1.01	1.000			
2	27.5	82.0	2 33 1.05	57 0.93	53 22.5	56-57	34.59	1.000			
3	0.5	5.1	2 54 1.06	44 0.94	53 23.6	56-57	80.70	1.000			
4	0.0	0.1	54 54 1.06	54 0.94	53 23.2	56-57	86.81	1.000			

Рис. 2. Протокол результатов расчета установившегося режима

Основной целью расчета установившегося режима, который производится по ряду параметров, является контроль уровня напряжений в узлах электрической сети, значения которых должны соответствовать требованиям ГОСТ 29322—2014 и ГОСТ 721-77 [2]. Также анализ режима позволяет:

- выявить необходимость установки компенсирующих устройств;
- произвести выбор управляющих воздействий по результатам расчетов переходных режимов;
- рассчитать допустимые токовые загрузки для проверки сечений проводов ЛЭП.

В целом режим работы энергосистемы Кемеровской области характеризуется, как «нормальный». Для обеспечения нормируемого качества электроэнергии у потребителей, а также для обеспечения необходимой пропускной способности сети, на ПС Ново-Анжерская установлены устройства компенсации реактивной мощности в виде СТК ± 100 МVar. Кроме того, ПС Ново-Анжерская 500 кВ осуществляет питание тягового транзита 110 кВ Тайгинской дистанции Западно-Сибирской железной дороги и Боготольской дистанции Красноярской железной дороги. Для регулирования уровня напряжения на ПС Ново-Анжерская установлены шунтирующие реакторы типа 500 кВ 180 Мвар.

Обеспечение допустимых уровней напряжений на рассматриваемом энергоучастке Кемеровской области осуществляется путем загрузки/разгрузки по реактивной мощности генерирующего оборудования электростанций 110 кВ-500 кВ. При этом на КемТЭЦ и КемГРЭС часть генераторов выдает реактивную мощность, соответствующую максимально и минимально установленным значениям.

Анализ установившегося режима также включает в себя описание суточных графиков нагрузки в летний и зимний периоды в моменты

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

229-4

максимального потребления. Для этого необходимо найти суммарную нагрузку в контрольные часы замера. Летние и зимние замеры нагрузок представлены на рис.3 и рис.4.

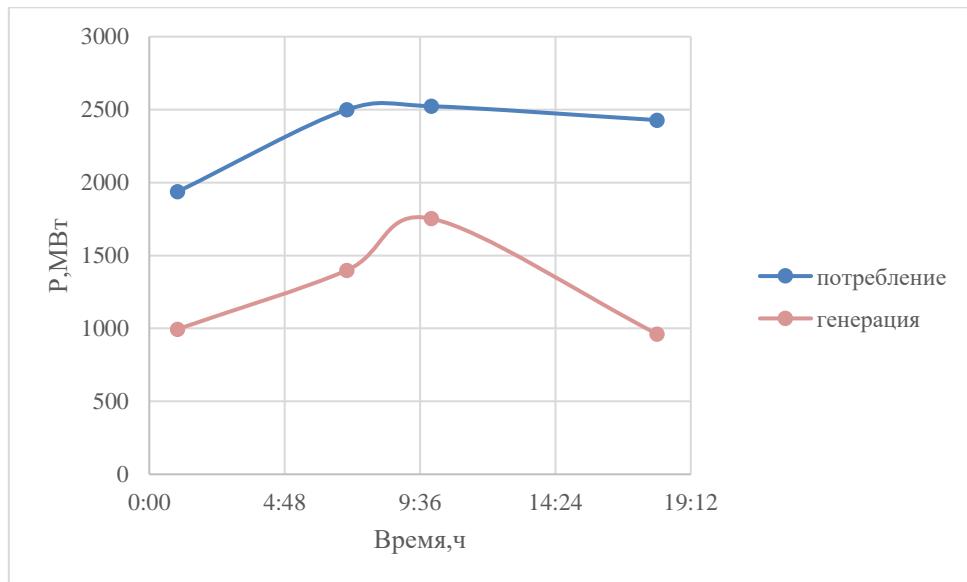


Рис. 3. График летнего замера нагрузок

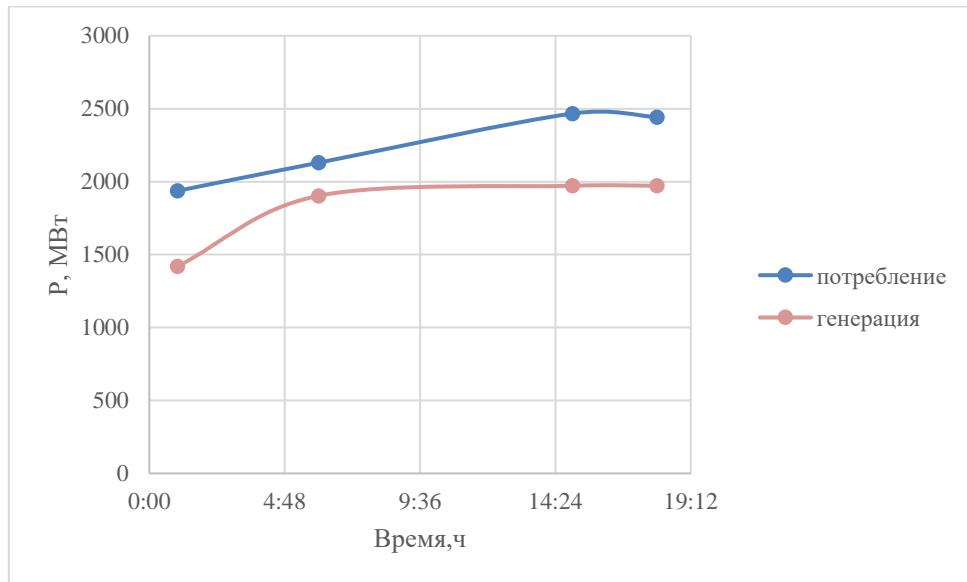


Рис. 4. График зимнего замера нагрузок

Как видно из полученных графиков максимум потребления и генерации в летний замер приходится на 10:00, а зимний максимум приходится на 15:00. Также наблюдается превышение объемов потребления над генерацией, что характерно для всей энергосистемы Кемеровской области. Покрытие электропотребления покрывается за счет перетоков от смежных энергосистем.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
229-5**
12-14 ноября 2020 года

Главной задачей при моделировании и управлении ЭЭС является расчет и анализ установившегося режима, который производится, прежде всего, с целью выбора и уточнения режимных параметров рассматриваемых систем. В дальнейшем выявленные параметры позволяют оперативно управлять и планировать работу всей энергосистемы. При этом осуществляется оценка допустимости режима по техническим условиям оборудования.

Список литературы:

1. Елохин В.Р., Имитационное моделирование энергетических систем [Электронный ресурс] // Вестник ИрГТУ – 2013 - №4 – с. 145-150.– Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/imitatsionnoe-modelirovaniye-energeticheskikh-sistem>
2. Ковалёв, В.З. Моделирование электротехнических комплексов и систем как совокупности взаимодействующих подсистем различной физической природы: Дис... докт. техн. наук / В.З. Ковалев. – Омск, 2000. – 312 с
3. Программный комплекс «RastrWin3» / Руководство пользователя [Электронный ресурс]. // – Режим доступа:<https://www.rastrwin.ru/rastr/RastrHelp.php>

Информация об авторах:

Захаренко Сергей Геннадьевич, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, zahar_sg@mail.ru