

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

202-1

12-14 ноября 2020 года

УДК 621.316.13

Б.Р. АНТРОПОВА, аспирант гр. ЭКа – 20 – 1 (ТИУ)
Научный руководитель В.В. СУШКОВ, д.т.н., профессор (ТИУ)
г. Тюмень

**КРИТЕРИИ ВЫБОРА ОЧЕРЕДНОСТИ ОТКЛЮЧЕНИЯ
НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИ ДЕФИЦИТЕ
АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ**

Для обеспечения устойчивости энергосистемы и предотвращения развития масштабных аварийных ситуаций, ведущих к отключению нефтепромысловых потребителей, необходимо принять несколько критериев, согласно которым будут определены потребители, подлежащие отключению.

Ключевые слова: дефицит активной мощности, снижение частоты, падение напряжения, очередность отключения нефтепромысловых потребителей, риск от потери устойчивости.

Снижение частоты питающей сети может приводить к масштабным авариям, для локализации которых широко применяется специальная автоматика, отключающая часть потребителей при возникновении дефицита мощности в системе. В настоящее время для выбора требуемой мощности и очередности отключения потребителей используется один критерий – минимум ущерба, связанный с внезапным отключением потребителя. На наш взгляд, применение только данного критерия не достаточно, так как не учитываются другие возможные последствия, связанные со снижением и повышением частоты питающей сети.

На рис. 1 представлены критерии, которые необходимо использовать при формировании объема и очередности отключения нефтепромысловых потребителей при дефиците активной мощности в энергосистеме.

Задача минимизации потерь (ущерба) при внезапном отключении нефтепромысловых потребителей, связанных с работой противоаварийной автоматики сведена к типовой задаче, когда при заданных потребителях со структурой потребления $\{P_i, R_i\}$, и величине ограничения мощности P_0 к решению, какие потребители можно отключить, чтобы суммарная мощность отключенных потребителей покрыла ограничение P_0 , а суммарный ущерб был минимальным [1]. В данном случае вся мощность разбивается на дискретные значения P_{0i} соответствующие i – му потребителю, когда в случае их отключения возникает ущерб соответственно величиной R_{0i} .

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

202-2

12-14 ноября 2020 года

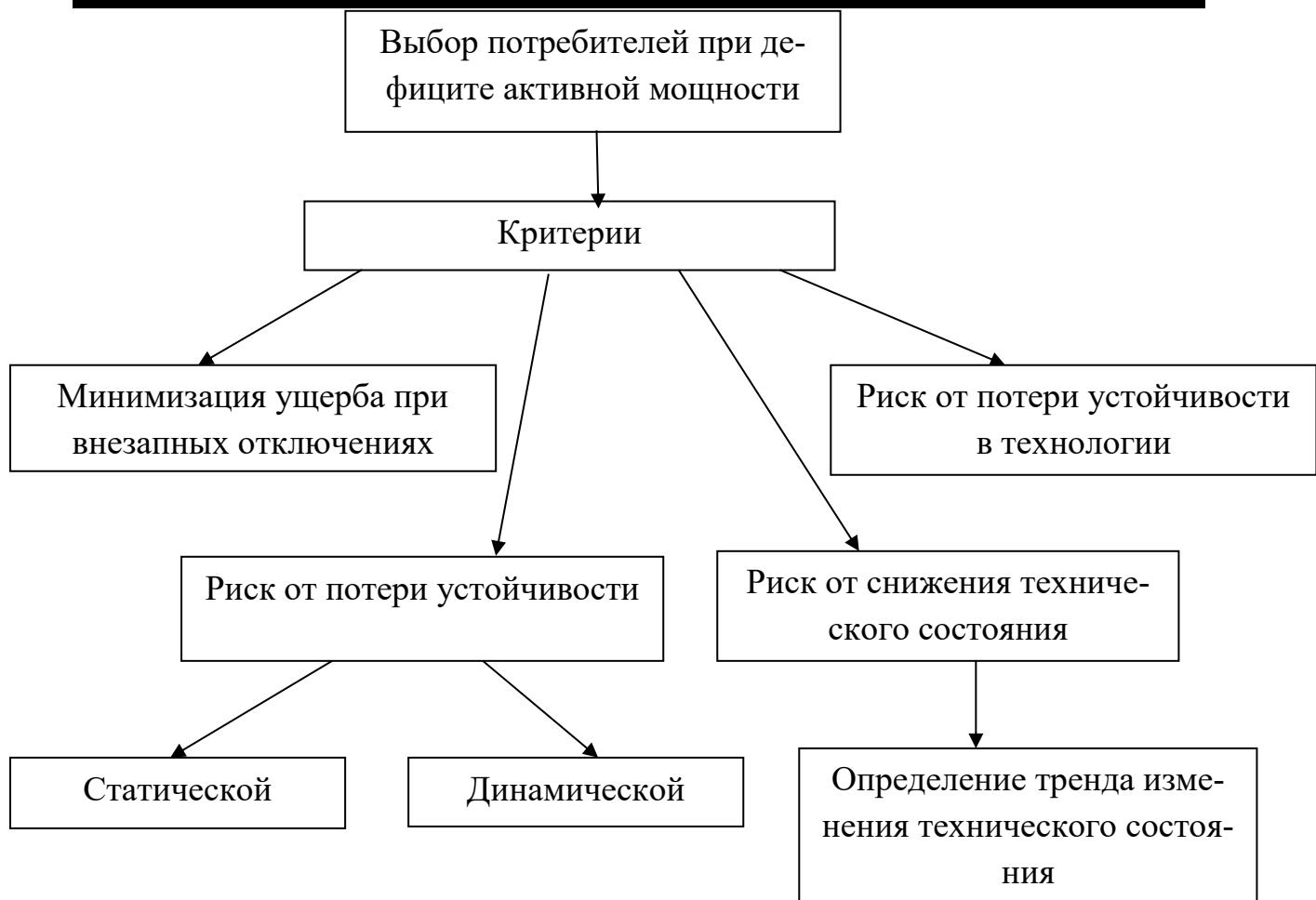


Рис. 1. Критерии выбора очередности отключения нефтепромысловых потребителей при дефиците активной мощности в энергосистеме

Для решения задачи предлагается использовать метод нижней огибающей кривой (НОК) в совокупности с методом ветвей и границ [2]. Так же сформулированную задачу можно решить и методом линейного целочисленного программирования, при этом надо иметь ввиду, что для практических расчетов матрица получается больших размеров и трудно решается. В практике иногда встречаются случаи, когда отключение потребителей возможно только в заданном порядке (исходя из технологических ограничений).

Под риском от потери устойчивости понимаются вероятные потери от аварийного останова непрерывного технологического процесса добычи нефти и попутного нефтяного газа при потере статической и динамической устойчивости. В нашем случае можно рассматривать сценарий развития события (потеря устойчивости), когда вероятность равна единице. Тогда при назначении очередности отключения нефтепромысловых потребителей требуется проводить расчеты показателей устойчивости: напряжение

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

202-3

12-14 ноября 2020 года

статической устойчивости, минимально допустимое напряжение устойчивой работы электромеханического оборудования и запас динамической устойчивости (максимально допустимая длительность устойчивой работы электромеханического оборудования). При этом учитывается состояние и состав электромеханического оборудования. Аналитически обосновать зависимость запаса динамической устойчивости от изменения частоты представляют определенные сложности, а также для оценки напряжения статической устойчивости применяется моделирование на известных программных продуктах, например, RastrWin.

Системы добычи нефти обладают запасом устойчивости за счет избыточности структуры функционального и временного резервирования, (под устойчивостью будем понимать способность системы адаптироваться к новым, изменившимся и, как правило, непредвиденным (аварийным) ситуациям, противостоять вредным воздействиям).

Однако при отказах группы элементов и критических внешних воздействиях (ограничениях мощности) возможно возникновение значительного ущерба, вызванного повреждением оборудования, расстройство сложного технологического процесса и т.д. [4].

Определение риска от ухудшения технического состояния предполагает применение вероятностно-статистического метода, которое основано на применении известных распределений уровня диагностического сигнала и наработки на отказ электромеханического оборудования [3].

Для решения данной задачи необходимо знать законы распределения уровня диагностического сигнала и наработки на отказ электромеханического оборудования. Зная вероятность отказа и ущерба от простого технологического оборудования несложно определить риск.

Таким образом, критерии выбора очередности отключения потребителей включают в себя: потери (ущерб) при внезапном отключении нефтепромысловых потребителей, риск от потери устойчивости в технологии; нарушение статической и динамической устойчивости и риск от снижения технического состояния электромеханического оборудования, что позволит в полной мере дать научное обоснование очередности и величине отключаемой нагрузки при возникновении дефицита активной мощности в энергосистеме.

Список литературы:

1. Ковалев Ю.З. и др. Моделирование электротехнических комплексов и систем с позиций системного анализа: Препринт /Ю.З. Ковалев, А.Ю. Ковалев, Н.А. Ковалева, А.Г. Щербаков. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. - 40 с.

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

202-4

12-14 ноября 2020 года

2. Сушков В.В. Определение экономически оптимального уровня отключаемой нагрузки в часы максимума для потребителей- электроэнергии нефтяных месторождений Западной Сибири// Промышленная энергетика - 1998 г. № 1- С. 13 - 14.

3. Сушков В.В., Матаев Н.Н., Кулаков С.Г., Емелина Н.М., Басырова Т.Д. Надежность, техническое обслуживание, ремонт и диагностирование нефтегазопромыслового оборудования / [Сушков В. В. и др.] ; под общ. ред. В. В. Сушкина. - Санкт-Петербург: Нестор, 2008. - 295 с.: ил.

4. Хисметов .Т.В.;, Эфендиев Г.М., Джадаров К.А. Абдиров А.А. Анализ и оценка степени риска аварий при бурении скважин// Нефтяное хозяйство. 2009. № 10. С.46 - 48.

Информация об авторах:

Антропова Виктория Романовна, аспирант гр. ЭКа – 20 – 1, ТИУ, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38, antropovavr@tyuiu.ru
Сушков Валерий Валентинович, д.т.н., профессор, ТИУ, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38, sushkovvv@gray-nv.ru