

УДК 621.316

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ МЕТОДОМ
АППРОКСИМИРУЮЩЕГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ
ДИСКРЕТНОСТИ ПЕРЕМЕННЫХ****МУСАХАНОВА Г.С.***Азербайджанский научно-исследовательский институт
Энергетики и Энергетического Проектирования*

Одной из задач управления является задача оптимизации по напряжению и реактивной мощности. Решение данной задачи обеспечивает минимальные потери активной мощности и требуемые уровни напряжений. В статье предлагается методика учета дискретности регулируемых переменных, сочетающая методы перебора на основе выражений чувствительности и аппроксимирующего программирования. Эффективность методики проверена на контрольных схемах.

Современное требование любого современного общества – это экономичная и надежная работа его электроэнергетической системы. Эта цель, естественно, требует применения современных методов анализа больших систем, оптимизации и управления. Одной из наиболее часто решаемых задач управления является задача управления распределением активных и реактивных мощностей. Оптимизация по реактивной мощности проводится для нахождения значений регулируемых переменных, таких как напряжения на зажимах генераторов, коэффициенты трансформации, источники реактивной мощности в целях улучшения работы системы. В результате перераспределения реактивной мощности обеспечивается требуемое качество напряжения, увеличение пропускной способности, минимизация потерь активной мощности.

В условиях незначительной нагрузки чрезмерная реактивная мощность обычно приводит к увеличению уровней напряжения. Такая ситуация стала характерной, например, в системообразующей сети РАО ЕЭС России [10]. Задача ограничения уровней напряжения стала одной из наиболее актуальных, т.к. значительное повышение напряжения на линиях и подстанциях может привести к сокращению срока службы основного оборудования энергосистемы и росту его аварийности.

Обычно в задаче управления реактивной мощностью регулируемые переменные рассматриваются как непрерывные. В действительности значения коэффициентов трансформации, источников реактивной мощности – дискретны. Поэтому задача управления реактивной мощностью может быть сведена к задаче смешанного целочисленного программирования (часть переменных – непрерывна, часть – дискретна). Однако с увеличением размерности системы методы решения целочисленных задач вызывают снижение скорости вычислений.

Вопросы разработки эффективных алгоритмов минимизации потерь активной мощности и ввода в допустимую область по напряжению с использованием целочисленного программирования рассмотрены в работах [7-10]. В [7] предложено, что подерживая непрерывное значение регулируемой переменной около приемлемого дискретного значения в каждом шаге оптимизации, после n циклов (число дискретных переменных), все регулируемые переменные, взятые сначала как непрерывные, устанавливаются дискретными. В [8] рассмотрен метод, использующий выбор наилучшего в смысле минимизации целевой функции из двух возможных решений, когда непрерывные значения устанавливаются в нижних и верхних дискретных значениях соответст-

венно, что требует $2n$ циклов. В [9] предложен метод, использующий для учета дискретности переменных матрицу чувствительности, полученную на основе $P - Q$ декомпозиции.

В [10] рассматриваются алгоритмы выбора оптимального состава включенных шунтирующих реакторов для ввода режима энергосистемы в допустимую область по напряжению с учетом дискретности управляющих воздействий.

Целочисленное программирование ориентировано на решение задач математического программирования, в которых все или некоторые переменные должны принимать только целочисленные значения [6].

Несмотря на то что к настоящему времени разработан ряд методов решения целочисленных задач, ни один из них не обеспечивает желаемой эффективности соответствующих вычислительных процедур, что особенно проявляется при увеличении размерности задачи. Применение методов целочисленного программирования в программах оптимизации для реальных энергосистем не нашло широкого применения.

В настоящей работе предложены алгоритмы учета дискретности переменных и разработана экспериментальная программа оптимизации по напряжению и реактивной мощности на базе программы оптимизации режимов методом аппроксимирующего программирования МАП (АзНИИЭ)[4,5].

Математическая модель задачи оптимизации электрической сети по напряжению и реактивной мощности формулируется следующим образом:

$$\text{минимизация} \quad F(X, Y), \quad (1)$$

$$\text{при ограничениях} \quad W(X, Y) = 0 \quad (2)$$

$$X_{\min} < X < X_{\max}, \quad (3)$$

$$Y_{\min} < Y < Y_{\max}, \quad (4)$$

где $F(X, Y)$ - суммарные потери активной мощности в электрической сети, X - вектор нерегулируемых переменных (модули напряжения, реактивная мощность генераторов); Y - вектор регулируемых переменных.

Уравнения (2) являются ограничениями в виде равенств и представляют собой уравнения установившихся режимов (УУР). Неравенства (3) представляют действующие в системе ограничения на напряжения узлов, реактивную мощность источников, токи и перетоки мощностей. Неравенства (4) представляют ограничения на регулируемые переменные: напряжения узлов, реактивные мощности источников и коэффициенты трансформации трансформаторов.

Линеаризация УУР в общем случае осуществляется в виде

$$\left[\frac{\partial W}{\partial X} \right] \Delta X = - \left[\frac{\partial W}{\partial Y} \right] \Delta Y, \quad (5)$$

$$\Delta X = S_{xy} \Delta Y.$$

Матрица чувствительности зависимых переменных имеет вид

$$S_{xy} = - \left[\frac{\partial W}{\partial X} \right]^{-1} \left[\frac{\partial W}{\partial Y} \right]. \quad (6)$$

Линеаризация целевой функции производится в соответствии с выражением

$$\Delta F = \frac{\partial F}{\partial Y} \Delta Y + \frac{\partial F}{\partial X} \Delta X = S_{FY} \Delta Y. \quad (7)$$

Матрица чувствительности записывается как

$$S_{FY} = \frac{\partial F}{\partial Y} + \frac{\partial F}{\partial X} S_{XY}.$$

Градиент определяется по выражению

$$\frac{\partial F}{\partial Y} = \frac{\partial F}{\partial Y} \Big|_0 + \frac{\partial F}{\partial X} \left[\frac{\partial W}{\partial X} \right]^{-1} \frac{\partial W}{\partial Y}. \quad (8)$$

Линеаризованную целевую функцию в виде суммарных потерь активной мощности в общем виде можно представить как

$$\begin{aligned} \Delta(\Delta P_{\text{сум}}) = & \left[\frac{\partial \Delta P_{\text{сум}}}{\partial U_p} \right]_0 \Delta U_p + \left[\frac{\partial \Delta P_{\text{сум}}}{\partial Q_p} \right]_0 \Delta Q_p + \left[\frac{\partial \Delta P_{\text{сум}}}{\partial K_{Td}} \right]_0 \Delta K_{Td} + \left[\frac{\partial \Delta P_{\text{сум}}}{\partial K_{Tq}} \right]_0 \Delta K_{Tq} + \\ & + \left[\frac{\partial \Delta P_{\text{сум}}}{\partial(\delta, U_z)} \right] \cdot \left[\frac{\partial W}{\partial(\delta, U_z)} \right]^{-1} \cdot \left[\frac{\partial W}{\partial(U_p, Q_p, K_{Td}, K_{Tq})} \right] \cdot \begin{pmatrix} \Delta U_p \\ \Delta Q_p \\ \Delta K_{Td} \\ \Delta K_{Tq} \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (9)$$

Метод аппроксимирующего программирования (МАП) для решения задачи оптимизации режима ЭЭС по U , Q и K_T сводится к следующему: производится расчет установившегося режима ЭС для начального приближения; производится линеаризация УУР и целевой функции (вычисляются частные производные и матрицы чувствительности); формируется и решается задача линейного программирования; определяется следующее приближение; производится выбор шага оптимизации из условия достижения наибольшей скорости сходимости и точности аппроксимации. Процесс оптимизации МАП продолжается до достижения наперед заданной точности по разнице значений целевой функции в двух последних итерациях.

Разработанные алгоритмы и программа оптимизации режимов ЭС подробно описаны в [4,5].

Методика учета дискретности регулируемых переменных. Предлагается методика учета дискретности регулируемых переменных для решения задачи оптимизации по U , Q , K_T методом аппроксимирующего программирования, состоящая из 2-х этапов оптимизации, сочетающие МАП и программу выбора оптимальных и допустимых значений дискретных регулируемых переменных. В результате решения задачи оптимизации МАП (1-й этап) получают выражения чувствительности целевой функции и нерегулируемых переменных в зависимости от регулируемых переменных. На начальном этапе дискретные регулируемые переменные принимаются как непрерывные. Следующий этап заключается в выборе оптимальных и допустимых значений дискретных регулируемых переменных, сводящийся к перечисленным ниже действиям.

Предположим, что Y_i^{do} – оптимальное значение i – дискретной переменной, полученной в результате решения 1-го этапа оптимизации.

Определяются поправки к дискретным регулируемым переменным

$$\Delta Y_i^{\text{d}} = Y_i^{\text{d}} - Y_i^{\text{do}}$$

где Y_i^{d} - дискретное значение регулируемой переменной.

Второй этап оптимизации заключается в следующем:

- а) Проверяется, все ли дискретные регулируемые переменные принимают дискретные значения. Если да, то поддерживаются данные дискретные значения регулируемых переменных, а ΔY_i^d полагаются равными нулю. Если различие между вычисленными значениями и дискретными меньше, чем 1-20% от вычисленных значений в зависимости от типа регулирующих устройств, то полагаем $\Delta Y_i^d = 0$ и поддерживаем регулируемые переменные в своих дискретных значениях. В данном случае расчет предполагается завершённым.
- б) Определяются дискретные переменные, не достигшие своих дискретных значений и в соответствии с коэффициентами чувствительности целевой функции изменяем их на дискретные в направлении минимума целевой функции. Далее пересчитываем ΔY_i^d .
- в) Используя выражения чувствительности зависимых переменных от регулируемых (5), определяем поправки к нерегулируемым переменным ΔX_i при измененных дискретных значениях.
- г) Проверяем, имеются ли нарушения ограничений на зависимые переменные (3). В случае соблюдения ограничений (3) второй этап оптимизации закончен.
- е) При наличии нарушений ограничений на зависимые переменные выбираются наиболее грубые и с помощью выражений чувствительности выявляем, изменение каких регулируемых переменных может повлиять на соответствующие ограничения. Далее, изменяем эти дискретные значения и повторяем процедуру с пункта (в).

Моделирование реактора в алгоритмах учета дискретности производится уточнением реактивной мощности по формуле

$$Q_{pi} = Y_{pi} * (1.05 * U_{ин})^2 * (U_i^2 / (1.05 * U_{ин})^2) = Q_{p0} * (U_i^2 / (1.05 * U_{ин})^2)$$

Мощность реактора в узле на следующих этапах РУРЭС производится по статической характеристике по напряжению и поэтому не требует пересчета матрицы проводимостей.

Высокая точность решения первого этапа (МАП) в данной постановке не требуется и приблизительно оценивается как 0.001 (о.е). Результаты анализа оптимизации с учетом дискретности для схем 6-20 узлов показывают, что решение всей задачи оптимизации обеспечивается за 2-3 внешние итерации. Точность внешней итерации оценивается как 0.01-0.005.

На основе разработанных алгоритмов разработана экспериментальная программа оптимизации режима электрической сети по реактивной мощности с учетом дискретности регулируемых переменных в системе программирования DELPHI-5 в среде WINDOWS.

Для проверки работоспособности программы были выбраны схемы электрической сети напряжением 220-500 кВ (рис. 1) и 110-220 кВ (рис. 2).

Пример1. Схема (рис. 1) состоит из 13 узлов и 12 ветвей. Количество регулируемых переменных – 5. Одна из регулируемых переменных непрерывная – напряжение балансирующего узла (N1). Остальные – 4 регулируемые переменные – дискретные (реакторы 0 – 1 – 2, соответственно мощностью 0 – 180 – 360 Мвар).

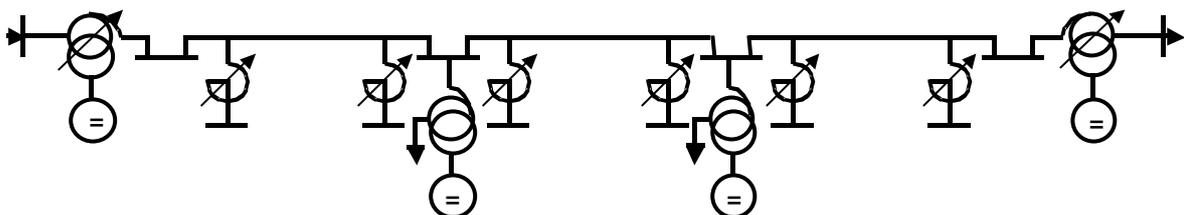


Рис. 1. Схема ЛЭП СВН с регулирующими и компенсирующими устройствами.

Оптимизация с учетом дискретности регулируемых переменных проводится в 2 этапа с итеративным уточнением (для учета нелинейности).

Ниже приводятся этапы оптимизации режима для этой схемы.

1 этап. Оптимизация режима МАП, принимая начальные значения регулируемых переменных $U_1 = 220$ кВ, $Q_2 = 0$ Мвар, $Q_3 = 0$ Мвар, $Q_4 = 0$ Мвар, $Q_5 = 0$ Мвар. На данном этапе все регулируемые переменные принимаются непрерывными. В результате решения получены:

– линеаризованная целевая функция в зависимости от регулируемых переменных
 $\Delta P_{\text{сум}} = -0.0076 \cdot \Delta U_1 - 0.0032 \cdot \Delta U_6 - 0.0025 \cdot \Delta Q_2 - 0.0043 \cdot \Delta Q_3 - 0.0035 \cdot \Delta Q_4 - 0.0009 \cdot \Delta Q_5$

– линеаризованные ограничения на зависимые переменные от регулируемых

$$\Delta U_{17} = 0.85 \cdot \Delta U_1 + 2.32 \cdot \Delta U_6 + 0.03 \cdot \Delta Q_2 + 0.09 \cdot \Delta Q_3 + 0.12 \cdot \Delta Q_4 + 0.08 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_2 = 2.40 \cdot \Delta U_1 + 0.46 \cdot \Delta U_6 + 0.08 \cdot \Delta Q_2 + 0.08 \cdot \Delta Q_3 + 0.06 \cdot \Delta Q_4 + 0.02 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_3 = 2.39 \cdot \Delta U_1 + 0.44 \cdot \Delta U_6 + 0.08 \cdot \Delta Q_2 + 0.24 \cdot \Delta Q_3 + 0.18 \cdot \Delta Q_4 + 0.05 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_4 = 1.83 \cdot \Delta U_1 + 2.12 \cdot \Delta U_6 + 0.06 \cdot \Delta Q_2 + 0.19 \cdot \Delta Q_3 + 0.27 \cdot \Delta Q_4 + 0.07 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_5 = 0.49 \cdot \Delta U_1 + 2.33 \cdot \Delta U_6 + 0.02 \cdot \Delta Q_2 + 0.05 \cdot \Delta Q_3 + 0.07 \cdot \Delta Q_4 + 0.08 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_{16} = 1.19 \cdot \Delta U_1 + 2.28 \cdot \Delta U_6 + 0.04 \cdot \Delta Q_2 + 0.12 \cdot \Delta Q_3 + 0.18 \cdot \Delta Q_4 + 0.08 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_{11} = 2.44 \cdot \Delta U_1 + 0.80 \cdot \Delta U_6 + 0.08 \cdot \Delta Q_2 + 0.13 \cdot \Delta Q_3 + 0.10 \cdot \Delta Q_4 + 0.03 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_{12} = 2.43 \cdot \Delta U_1 + 1.13 \cdot \Delta U_6 + 0.08 \cdot \Delta Q_2 + 0.19 \cdot \Delta Q_3 + 0.14 \cdot \Delta Q_4 + 0.04 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_{13} = 2.24 \cdot \Delta U_1 + 1.69 \cdot \Delta U_6 + 0.07 \cdot \Delta Q_2 + 0.23 \cdot \Delta Q_3 + 0.22 \cdot \Delta Q_4 + 0.06 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_{14} = 2.05 \cdot \Delta U_1 + 1.92 \cdot \Delta U_6 + 0.07 \cdot \Delta Q_2 + 0.21 \cdot \Delta Q_3 + 0.24 \cdot \Delta Q_4 + 0.06 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta U_{15} = 1.52 \cdot \Delta U_1 + 2.21 \cdot \Delta U_6 + 0.05 \cdot \Delta Q_2 + 0.15 \cdot \Delta Q_3 + 0.22 \cdot \Delta Q_4 + 0.07 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta Q_6 = -6.32 \cdot \Delta U_1 - 1.07 \cdot \Delta U_6 - 0.21 \cdot \Delta Q_2 - 0.64 \cdot \Delta Q_3 - 0.93 \cdot \Delta Q_4 - 1.02 \cdot \Delta Q_5,$$

$$\Delta Q_1 = -1.80 \cdot \Delta U_1 - 6.09 \cdot \Delta U_6 - 1.06 \cdot \Delta Q_2 - 1.03 \cdot \Delta Q_3 - 0.78 \cdot \Delta Q_4 - 0.21 \cdot \Delta Q_5,$$

– оптимальные значения регулируемых переменных

$$U_1 = 230.08; U_6 = 224.08; Q_2 = -145.51; Q_3 = -203.51; Q_4 = -263.28; Q_5 = -148.14$$

– значение суммарных потерь мощности $\Delta P_{\text{сум}} = 12.31$ МВт.

2 этап. Осуществляется выбор значений дискретных переменных следующим образом:

Вычисляются

$$\Delta Y_i^d = Y_i^d - Y_i^{\text{do}}$$

где Y_i^d – дискретное значение регулируемой переменной, Y_i^{do} – оптимальное значение i – дискретной переменной, полученной в результате решения 1-го шага оптимизации.

Далее выполняются пункты а) – с), приведенные в главе 2. Полученные таким образом решения приведены ниже:

$$U_1 = 229.67 \text{ кВ}; U_6 = 214.95 \text{ кВ}; Q_2 = -180.0 \text{ Мвар}; Q_3 = -180.0 \text{ Мвар}; Q_4 = -180.0 \text{ Мвар};$$

$$Q_5 = -180.0 \text{ Мвар}; \Delta P_{\text{сум}} = 12.67 \text{ МВт.}$$

Вторая итерация 1 этап. Оптимизация режима МАП, принимая начальные значения регулируемых переменных равными полученным в результате решения 2 этапа первой итерации. При этом получено оптимальное допустимое решение при заданной точности вычислений.

$$U_1 = 225.33 \text{ кВ}; U_6 = 220.07 \text{ кВ}; Q_2 = -180.0 \text{ Мвар}; Q_3 = -180.0 \text{ Мвар}; Q_4 = -180.0 \text{ Мвар};$$

$$Q_5 = -180.0 \text{ Мвар}; \Delta P_{\text{сум}} = 12.68 \text{ МВт.}$$

Решение всей оптимизационной задачи с учетом дискретности можно считать завершенной.

Пример 2. Схема (рис. 2) состоит из 6 узлов и 7 ветвей. Количество регулируемых переменных – 6. Две регулируемые переменные являются непрерывными – напряжение

балансирующего узла 1 и узла 2. Остальные 4 регулируемые переменные – дискретные. Две из них – коэффициенты трансформации, другие две - БСК мощностью 40 Мвар с дискретными шагами 0, 10, 20, 30, 40 Мвар.

Оптимизация с учетом дискретности регулируемых переменных для данного примера проводится аналогично в 2 этапа.

1 этап. Оптимизация режима МАП, принимая начальные значения регулируемых переменных $U_1=230$ кВ, $U_2=115$ кВ, $Q_4=0$ Мвар, $Q_6=0$ Мвар, $K_{Т6-5}=2$, $K_{Т4-3}=2$. На данном этапе все регулируемые переменные принимаются непрерывными.

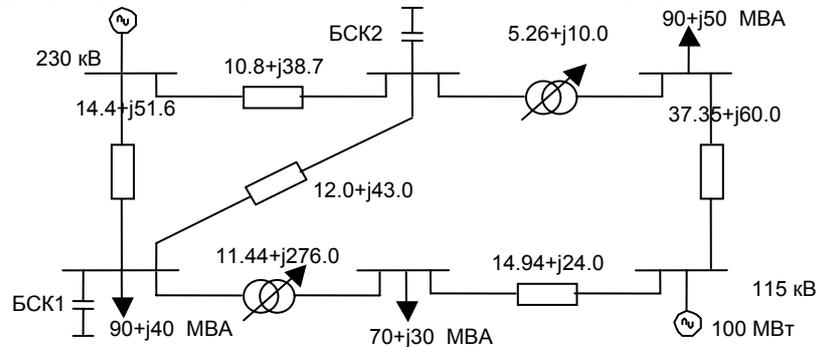


Рис. 2. Тестовая схема 110-220 кВ

В результате решения получены:

- оптимальные значения регулируемых переменных
 $U_1=240$ кВ, $U_2=120$ кВ, $Q_4=40$ Мвар, $Q_6=40$ Мвар, $K_{Т6-5}=1.87$, $K_{Т4-3}=1.89$
- значение суммарных потерь мощности $\Delta P_{\text{сум}}=11.812$ МВт.

2 этап. Осуществляется выбор значений дискретных переменных.

Полученные таким образом решения приведены ниже:

- оптимальные значения регулируемых переменных
 $U_1=240$ кВ, $U_2=120$ кВ, $Q_4=40$ Мвар, $Q_6=40$ Мвар, $K_{Т6-5}=1.87$, $K_{Т4-3}=1.87$

Вторая итерация 1 этап. Оптимизация режима МАП, принимая начальные значения регулируемых переменных, равными полученным в результате решения 2 этапа первой итерации. При этом получено оптимальное допустимое решение при заданной точности вычислений.

- $U_1=240$ кВ, $U_2=120$ кВ, $Q_4=40$ Мвар, $Q_6=40$ Мвар, $K_{Т6-5}=1.87$, $K_{Т4-3}=1.87$.
- значение суммарных потерь мощности $\Delta P_{\text{сум}}=11.814$ МВт.

Решение всей оптимизационной задачи с учетом дискретности при этом можно считать завершенной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен анализ существующих разработок в области оптимизации режимов, позволяющий учесть дискретность управляющих воздействий.
2. На основе анализа состояния проблемы оптимизации режима ЭС по напряжению и реактивной мощности с учетом дискретности регулируемых переменных установлено, что для повышения эффективности решения задачи оптимизации перспективным является применение методов аппроксимирующего программирования в сочетании с комбинаторными методами.
3. Разработаны методика, алгоритмы и экспериментальная программа учета дискретности регулируемых переменных на базе программы оптимизации режимов по напряжению и реактивной мощности МАП в системе программирования DELPHI-5 в среде WINDOWS.
4. Проведены расчеты для контрольных схем по разработанной программе и проанализирована сходимость процесса оптимизации МАП с учетом дискретности регулируемых переменных.

1. *Веников В.А., Идельчик В.И.* Методы оптимизации управления планированием больших систем энергетики. -М.: ВИНТИ, 1974. —208 с.
2. Методы оптимизации режимов энергосистем/ *В.М.Горштейн, Б.П. Мирошниченко, А.В.Пономарев* и др. — М.: Энергия, 1981. —366 с.
3. Анализ и управление установившимися состояниями электроэнергетических систем /*Н.А.Мурашко, Ю.А.Охорзин, Л.А.Крумм* и др.-Новосибирск: Наука, 1987.-239 с.
4. *Баламетов А.Б., Мусаханова Г.С., Халилов Э.Д.* Программно вычислительный комплекс моделирования режимов электрических сетей. "Рациональное использование энергоресурсов и надежность электрооборудования". Республиканская научно-практическая конференция посвященная 80-летию Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии. Баку, 2000 г., Стр. 57-60.
5. *Баламетов А.Б., Мусаханова Г.С., Халилов Э.Д.* Об оптимизации режимов электрических сетей по напряжению и реактивной мощности методом последовательной линеаризации. Проблемы энергетики 2002, N2.
6. *Таха Х.* Введение в исследование операций: в 2-х кн. Кн.1 М.: «Мир», 1985.- 479с.
7. *R. A. Fernandes, F. Large, R.C. Burchett, H.H. Happ, K.A. Wirgau,* "Large Scale Reactive Power Planning", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol PAS – 102 pp. 1083-1088, No 5, May 1983.
8. *A.P.Meliopoulos, A.G.Bakirtzis,* "Corrective Control Computations for Large Power Systems " , IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol PAS – 102 pp. 3598-3604, No 11, November 1983.
9. Yu Songhai, Bao Liming, Lang Jingi, "Optimal planning and/or dispatching reactive power for improvement in transfer capability and in voltage profiles", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. 1987.
10. *Дьячков В.А., Строев В.А.* Выбор оптимального варианта коммутации линий электропередачи и состава включенных шунтирующих реакторов для ввода режима энергосистемы в допустимую область по напряжению.- Электричество, 2000, N5, с.16-20.

**DƏYİŞƏNLƏRİN DİSKRETLİYİNİ NƏZƏRƏ ALMAQLA ARDICIL XƏTTİ
PROQRAMLAŞDIRMA METODU İLƏ ELEKTRİK ŞƏBƏKƏLƏRİ
REJİMLƏRİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI**

MUSAXANOVA G.S.

İdarəetmənin əsas məsələlərindən biri elektrik şəbəkəsi rejimlərinin gərginliyə və reaktiv gücə görə optimallaşdırılmasıdır. Bu məsələnin həlli aktiv gücün minimal itkilərini və gərginliyin lazımı səviyyəsini təmin edir. Məqalədə həssaslıq ifadələrini və ardıcıl xətti proqramlaşdırma metodları əsasında tənzimlənən dəyişənlərin diskretliyinin nəzərə alınması metodikası təklif edilir. Metodikanın effektivliyi test sxemləri üzərində yoxlanılmışdır.

**OPTIMIZATION OF POWER SYSTEMS REGIMES USING METHOD OF
APPROXIMATING PROGRAMMING TAKING INTO ACCOUNT
THE DISCRETENESS OF VARIABLE**

MUSAKHANOVA G.S.

One of tasks of on-line control is the task of regimes optimization on a voltage and reactive power. The decision of the given task provides the minimal losses of active power and required levels of voltage. In article the technique taking into account the discreteness of control variable, combining methods of enumeration of possibilities on the basis of expressions of sensitivity and approximating programming is offered . The efficiency of a technique is checked up on the control schemes.