

РАЗРАБОТКА ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЯДЕРНОГО ЦЕНТРА

П.Э. Переславцев, Д.Сахраи

Обнинский институт атомной энергетики г. Обнинск



Рассмотрена оптимизационная модель ядерного центра (ЯЦ). В качестве критерия для расчета оптимальной структуры ЯЦ выбран экономический показатель. В расчетах использована информация о различных ядерных реакторах, использующих традиционное топливо и реакторный плутоний. Полученные результаты демонстрируют применимость построенной модели к расчету структуры энергопроизводящих мощностей ЯЦ.

ВВЕДЕНИЕ

Ядерная энергетика во многих развитых странах переживает сложный период. Помимо проблемы экологического загрязнения территорий, прилегающих к АЭС, подвергается пересмотру экономическая целесообразность строительства АЭС. Возможное снижение цен на органическое топливо приведет к вытеснению ядерных технологий с рынка производства электроэнергии.

Одним из способов удешевления АЭС является создание ядерных центров (ЯЦ). Ядерный центр - это промышленный комплекс, в состав которого входят несколько блоков ядерных энергетических установок и соответствующие предприятия топливного цикла. В этом случае существенно снижается топливная составляющая текущих затрат. Поскольку отработавшее топливо не покидает территории ЯЦ, уменьшается экологическое воздействие на регион, который обеспечивается электроэнергией ядерного центра. Не менее важными преимуществами ЯЦ являются возможность проведения эффективного контроля за нераспространением плутония и защита от ядерного терроризма.

Принципиальным вопросом, определяющим все технологические цепочки топливного цикла, является качественный и количественный состав энергопроизводящих установок ЯЦ. В настоящее время в качестве возможных вариантов можно рассматривать традиционные реакторы, использующие плутониевое топливо, а также реакторы на быстрых нейтронах с загрузкой плутония в активную зону.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Предположим, что имеется возможность создания ЯЦ на основе I различных типов реакторов, причем эти реакторы подразделяются в общем случае на K групп, каждая из которых производит требуемое количество энергетической продукции. В нашем случае таких групп две (по количеству типов используемого топлива).

ЯЦ в произвольный момент времени t может быть описан системой неравенств (см. также [1,2]):

1) неравенства, отражающие требования производства электроэнергии установками различных групп,

$$\sum_{i=1}^I N_i(t) W_{i,k} \geq Q_k(t), \quad k=1, \dots, K; \quad (1)$$

2) неравенство, описывающее производство и потребление вторичного ядерного топлива

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \{ (1-\varepsilon) X_{i,j}^{\text{кон}} \cdot G_{i,j}(t - T_{i,j} - T_{i,j}^{\text{хим}}) - X_{i,j}^{\text{нач}} \cdot G_{i,j}(t + T_{i,j}^{\text{изг}}) \} \leq P. \quad (2)$$

В неравенствах (1) и (2) приняты следующие обозначения: J – число зон в установке; $N_i(t)$ – число установок типа i в момент времени t ; $W_{i,k}$ – производство электроэнергии на установке типа i , принадлежащей группе реакторов типа k ; $Q_k(t)$ – производство электроэнергии на установках k -ой группы в момент времени t ;

$X_{i,j}^{\text{нач}}$ и $X_{i,j}^{\text{кон}}$ – начальное и конечное обогащение топлива по плутонию; $G_{i,j}(t)$ – скорость подпитки тяжелыми ядрами j -ой зоны установки типа i в момент времени t ;

$T_{i,j}$ – кампания j -ой зоны реактора; $T_{i,j}^{\text{изг}}$ – время, затрачиваемое на изготовление

топливных кассет для реактора типа i и зоны типа j ; $T_{i,j}^{\text{хим}}$ – длительность процесса химической переработки топлива, выгружаемого из j -ой зоны реактора типа i ; ε – доля потерь плутония при переработке; P – годовое производство плутония в ЯЦ.

Вид ограничений (1) и (2) объясняется тем, что для ЯЦ можно говорить о требованиях безусловного выполнения графика производства электроэнергии и наличия достаточного количества топлива как минимальных критериев функционирования всего комплекса.

Количество вторичного топлива в ЯЦ можно связать с числом энергетических установок:

$$\frac{dN_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^J \frac{G_{i,j}(t) - G_{i,j}(t - T_{i,j})}{M_{i,j}}, \quad (3)$$

где $M_{i,j}$ – масса топлива в зоне типа j реактора типа i .

Уравнение (3) можно интерпретировать следующим образом: увеличение числа установок может происходить только лишь при условии наличия топлива для загрузки в соответствующие зоны реактора.

Очевидно, что неравенства (1) и (2) не позволяют сделать однозначный выбор числа и типа установок для ЯЦ, поэтому необходимо ввести некоторый критерий для надлежащего выбора. В этом случае описываемая модель становится оптимизационной. Для оптимизации был выбран экономический критерий. Оптимальный состав ЯЦ может быть получен при достижении минимума целевой функции – полных затрат на ЯЦ, – которая должна учитывать не только стоимость капитального строительства атомных электростанций, но и затраты на вывод их из эксплуатации и ввод новых установок. Кроме того, в полные затраты должны быть включены расходы на изготовление и переработку топлива. Учитывая приведенные соображения, определим целевую функцию следующим образом:

$$F = \sum_{i=1}^I \left\{ K_i^{\text{кап}} \left(\frac{dN_i(t)}{dt} + \frac{dN_i(t - T_i^{\text{сд}})}{dt} \right) + K_i^{\text{дем}} \frac{dN_i(t - T_i^{\text{сд}})}{dt} + U_i^{\text{тек}} N_i(t) + \sum_{j=1}^J (C_{i,j}^{\text{изг}} G_{i,j}(t + T_{i,j}^{\text{изг}}) + C_{i,j}^{\text{хим}} G_{i,j}(t - T_{i,j} - T_{i,j}^{\text{хим}})) \right\}, \quad (4)$$

где $K_i^{кап.}$ и $K_i^{дем.}$ - затраты на строительство и демонтаж установки типа i ; $U_i^{тек.}$ - текущие эксплуатационные затраты на установку типа i ; $T_{i,j}^{изг.}$ и $T_{i,j}^{хим.}$ - длительность процесса изготовления и химической переработки топлива, загружаемого в соответствующую зону реактора типа i ; $C_{i,j}^{изг.}$ и $C_{i,j}^{хим.}$ - стоимость изготовления и химической переработки топливных сборок, выгружаемых из зоны j реактора типа i .

Теперь определение структуры ЯЦ заключается в нахождении минимума целевой функции (4) при условии выполнения ограничений (1)-(3). В этом случае решением будет количество соответствующих установок $N_i(t)$.

Специфика работы ЯЦ позволяет говорить о возможности медленного наращивания мощности комплекса. Например, можно предположить, что на площадке ЯЦ мощностью 4 ГВт(э) будет введен в эксплуатацию новый (дополнительный) блок мощностью 1 ГВт(э) примерно через 15 лет. В этом случае, вводя плавную функцию увеличения числа установок

$$N_i(t) = N_{i0} e^{\omega t}, \quad (5)$$

можно прогнозировать увеличение мощности всего ЯЦ. В этом уравнении N_{i0} - число установок типа i в начальный момент времени; ω - темп роста мощности ЯЦ. Величина ω не превышает 0.05 1/год. Например, для такого значения ω энергоустановка мощностью 1 ГВт(э) будет построена на площадке ЯЦ (суммарной мощностью 4 ГВт(э)) примерно через 5 лет. С учетом (5) после некоторых преобразований неравенства (1) и (2) можно записать в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^I N_{i,0} W_{i,k} \geq Q_{k,0}, \quad k=1, \dots, K \quad (6)$$

и

$$\sum_{i=1}^I N_{i,0} R_i \leq P_0, \quad (7)$$

$$\text{где } R_i = \omega \cdot \sum_{j=1}^J \frac{M_{i,j}}{1 - e^{-\omega T_{i,j}}} \left[X_{i,j}^{кон.} (1 - \epsilon) e^{-\omega(T_{i,j} + T_{i,j}^{хим.})} - X_{i,j}^{нач.} e^{\omega T_{i,j}^{изг.}} \right].$$

Выражение для целевой функции

$$F = \sum_{i=1}^I C_i \cdot N_{i,0}, \quad (8)$$

где

$$C_i = \omega \cdot \sum_{j=1}^J \frac{M_{i,j}}{1 - e^{-\omega T_{i,j}}} \left[C_{i,j}^{изг.} e^{\omega T_{i,j}} + C_{i,j}^{хим.} e^{-\omega(T_{i,j} + T_{i,j}^{хим.})} \right] + \omega \cdot \left[K_i^{кап.} (1 + e^{-\omega T_{cl}}) + K_i^{дем.} e^{-\omega T_{cl}} \right] + U_i^{тек.}.$$

В выражениях (6)-(8) $Q_{k,0}$ - производство электроэнергии в ЯЦ в начальный момент времени установками k -ой группы; P_0 - годовое производство плутония в начальный момент времени; T_{cl} - длительность срока службы реакторов. В рассматриваемой модели $T_{cl} = 30$ годам.

Система неравенств (6) и (7) с целевой функцией (8) является оптимизационной задачей линейного программирования. Для нахождения оптимальной структуры ЯЦ использовался модифицированный симплекс-метод [3,4]. Вид ограничения (6) позволяет избежать отрицательных решений задачи линейного программирования (6)-(8) и, тем самым, получения нефизического решения. В обсуждаемой модели не рассматривается ситуация с возможной задержкой вторичного топлива в цикле в случае неполной загрузки реактора.

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЯДЕРНОГО ЦЕНТРА

Как было отмечено выше, в структуру ЯЦ могут входить и тепловые реакторы, и реакторы на быстрых нейтронах. Задача состоит в выборе наиболее дешевых установок, позволяющих обеспечить необходимое производство электроэнергии. В расчетах мощность ЯЦ была принята равной 4 ГВт(э).

В качестве исходной информации были использованы данные для водо-водяных реакторов на традиционном (табл.1) [5,6] либо плутониевом топливе (табл.2), а также для перспективных быстрых реакторов с загрузкой в активную зону обогащенного плутонием топлива (табл. 3) [2,7].

В качестве реакторов на быстрых нейтронах рассматривались различные прототипы реактора типа БН-1600. Создание ЯЦ является перспективным направле-

Таблица 1

Характеристики реакторов, использующих традиционное топливо

Реактор	Мощность ГВт(э)	КИМ, ф	М, т	$X_{(^{235}\text{U})}^{\text{нач}}$	$X_{(^{239}\text{Pu})}^{\text{кон.}}$	Кампания реактора Т, г
ВВЭР1	1.000	0.75	70.000	0.044	0.0083	3.00
ВВЭР2	1.000	0.75	65.000	0.044	0.0074	3.00

Таблица 2

Характеристики тепловых реакторов, использующих плутониевое топливо

Реактор	Мощность, ГВт(э)	КИМ, ф	М, т	$X_{(^{239}\text{Pu})}^{\text{нач}}$	$X_{(^{239}\text{Pu})}^{\text{кон.}}$	Кампания реактора Т, г
ЛВР1	1.000	0.75	70.000	0.044	0.022	3.00
ЛВР2	1.000	0.75	70.200	0.039	0.024	3.00

Примечание. ЛВР1 и ЛВР2 – модификации легководного реактора с загрузкой плутониевого топлива в активную зону

Таблица 3

Характеристики реакторов на быстрых нейтронах, использующих плутониевое топливо

Параметр	БН1	БН2	БН3	БН4	БН5	БН6
Мощность, МВт (э)	1600	1600	1600	1600	1600	1600
КИМ, ф	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
$X^{\text{нач.}}$	А.э.	0,120	0,100	0,114	0,107	0,093
	Т.э.	-	-	-	-	-
	Б.э.	-	-	-	-	-
$X^{\text{кон.}}$	а.э.	0.110	0.102	0.104	0.101	0.095
	т.э.	0.020	0.019	0.025	0.018	0.027
	б.э.	0.009	0.009	0.025	0,007	0.017
М(т)	а.э.	27,70	36,60	45,50	29,54	42,35
	т.э.	24,00	30,20	37,50	50,36	30,55
	б.э.	52,80	35,60	37,00	32,52	60,58
Т (г)	а.э.	1,80	1,50	2,09	1,06	2,43
	т.э.	1,80	1,50	2,08	1,06	2,43
	б.э.	2,10	2,00	4,35	1,06	5,00

нием развития ядерной энергетики, поэтому в расчетах использовались данные по перспективным реакторам, строительство которых возможно лишь в будущем. В табл.3 приняты следующие обозначения: БН1 – реактор на быстрых нейтронах с оксидным топливом, БН2 и БН3 – реакторы с гетерогенной активной зоной, БН4 – реактор с металлическим топливом, БН5 и БН6 – реакторы с топливом на основе металлического сплава.

В рассматриваемой модели используется стоимостной критерий оптимальности структуры ЯЦ, поэтому выбор экономических показателей ядерных установок и топливного цикла является ключевым моментом при проведении расчетов. Основные экономические характеристики, используемые в модели, приведены в табл.4 (данные получены на основе экспертных оценок [6]).

Привлекательность идеи создания ЯЦ заключается в создании замкнутого топливного цикла. Это подразумевает, как уже было отмечено, строительство реакторов с плутониевой загрузкой. Однако в настоящее время нельзя утверждать, что строительство ЯЦ с реакторами, работающими только на плутониевом топливе, вполне реально, поэтому работу традиционных реакторов с топливом на основе обогащенного урана в ЯЦ логично рассматривать как переходный вариант. Но остается открытым вопрос, связанный с соотношением мощностей реакторов обоих типов, работающих на одной площадке ЯЦ. Это, в свою очередь, влияет на оптимальную структуру ЯЦ. В расчетах рассматривались три варианта с различным соотношением мощностей: 3 ГВт(э) – мощность реакторов с урановым топливом и 1 ГВт(э) – мощность реакторов с плутониевым топливом, 2 ГВт(э)/2 ГВт(э) и, наконец, 1ГВт(э)/3 ГВт(э) соответственно. Другой важный аспект создания ЯЦ – наработка реакторного плутония или утилизация плутония. В принципе, с этой точки зрения модель позволяет провести расчет с различным накоплением плутония в топливном цикле. Величина накопления плутония является параметром модели. В расчетах она варьировалась от –0.5 до 1 т в год (отрицательная величина соответствует сжиганию плутония).

Результаты расчетов оптимальной структуры ЯЦ для различных соотношений мощностей реакторов с плутониевым и урановым топливом и количества потреб-

Таблица 4

Экономические показатели различных видов АЭС

Затраты	Реактор типа ВВЭР	Легководный реактор с плутониевым топливом	Реактор на быстрых нейтронах с плутониевым топливом
Капитальные затраты, млн.долл./год	56,7	60	85
Эксплуатационные расходы, млн.долл./год	40	45	48
Расходы на снятие с эксплуатации, млн.долл./год	43	50	64,5
Изготовление топливных сборок, млн.долл./т			
Активная зона	0,51	1,5	3,0
Зона воспроизводства	-	-	0,5
Химическая переработка топлива, млн.долл./т	1,5	3,0	3,0
Активная зона	-	-	1,5
Зона воспроизводства			

ляемого или нарабатываемого плутония приведены в табл. 5. Расчеты проведены для длительности внешнего топливного цикла один год. Темп роста мощностей ЯЦ $\omega=0.01$. Эта величина соответствует увеличению мощности ЯЦ примерно на 1 ГВт(э) через ~20 лет. Данные, приведенные в табл. 5 и 6, характеризуют число установок указанного типа. В расчетах учтен коэффициент использования установленной мощности для каждой установки.

Таблица 5

Структура ЯЦ для различных вариантов

Мощность реакторов с урановым топливом / мощность реакторов с плутониевым топливом, ГВт(э)	Сжигание плутония, 0.5 т/год	Ненакопление плутония	Наработка плутония, 1 т/год
3/1	ВВЭР2 - 4 ЛВР1 - 2	ВВЭР2 - 4 ЛВР2 - 2	ВВЭР1 - 4 БН5 - 1
2/2	ВВЭР2 - 3 ЛВР2 - 3	ВВЭР1 - 3 ЛВР2 - 2 БН5 - 1	ВВЭР1 - 3 БН5 - 2
1/3	ВВЭР1 - 1 ЛВР2 - 3 БН5 - 1	ВВЭР1 - 1 ЛВР2 - 2 БН5 - 1	ВВЭР1 - 1 ЛВР2 - 1 БН5 - 2

Результаты, приведенные в табл.5, демонстрируют необходимость увеличения числа бридеров в ЯЦ с ростом его производительности по плутонию. Ядерный центр, сжигающий плутоний, должен базироваться на легководных реакторах.

Длительность внешнего топливного цикла - один из важнейших показателей эффективности перерабатывающей промышленности. Для определения чувствительности модели к его величине были проведены расчеты структуры ЯЦ, производящего 1 т в год реакторного плутония, с длительностями суммарного времени производства и химической переработки топлива 1, 3 и 5 лет. Результаты расчетов приведены в табл.6.

Таблица 6

Структура ЯЦ для различной длительности внешнего топливного цикла

Соотношение мощностей реакторов с урановым и плутониевым топливом, ГВт(э)	Длительность цикла		
	1 год	3 года	5 лет
1/3	ВВЭР1 - 1 ЛВР2 - 1 БН5 - 2	ВВЭР1 - 2 БН5 - 3	ВВЭР1 - 2 БН5 - 3

Данные табл. 6 показывают роль реакторов на быстрых нейтронах в ЯЦ. Задержки топлива на перерабатывающем заводе приводят к необходимости увеличения числа бридеров для восполнения запасов плутония. Легководные реакторы на плутониевом топливе появляются в структуре ЯЦ только при длительности внешнего топливного цикла один год. Это объясняется тем, что наработка вторичного топлива в реакторе на быстрых нейтронах значительна. В этом случае для удовлетворения требования наработки реакторного плутония 1 т/год появляется необходимость в сжигании избыточного плутония в легководном реакторе типа ЛВР2. Из табл. 6 видно, что изменение длительности внешнего топливного цикла от трех до пяти лет не оказывает влияния на структуру ЯЦ. Такой результат можно

объяснить следующим образом: во-первых, наработка плутония в реакторе типа БН5 перекрывает потребности ЯЦ во вторичном топливе, во-вторых, изменение длительности внешнего топливного цикла не учитывалось в стоимостных оценках.

В расчетах была исследована чувствительность модели к изменению технико-экономических показателей реакторов. С практической точки зрения можно изменять лишь стоимость затрат на капитальное строительство, текущие затраты и отчисления на вывод из эксплуатации установок, а также коэффициент использования установленной мощности (КИМ). Соответствующий расчет, проведенный для ЯЦ, не накапливающего плутоний и имеющего длительность внешнего топливного цикла пять лет, позволяет сделать вывод, что увеличение капитальных затрат для реакторов типа ВВЭР1 и ЛВР1 не более чем на 1% не приводит к изменению структуры ЯЦ. Соответствующая величина для реактора БН5 составляет 7%. Чувствительность оптимальной структуры ЯЦ к изменению КИМ достаточно велика и составляет ~1%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью рассматриваемой модели ядерного центра можно проводить расчет его оптимальной структуры. Экономический критерий оптимальности кажется достаточно реалистичным в условиях жесткой конкуренции ядерных технологий с традиционными способами производства электроэнергии. Полученные результаты дают объективную структуру мощностей ЯЦ. Рассмотренные критерии выбора числа и типа установок, удовлетворяющих системным требованиям, не допускают получения физически неприемлемого решения.

Капитальные затраты являются определяющими в выборе оптимальной структуры ЯЦ. Однако для быстрых реакторов чувствительность модели к капитальным затратам ниже, чем для тепловых реакторов. Очень важной характеристикой для выбора структуры ЯЦ является коэффициент использования установленной мощности.

Авторы выражают благодарность Ю.А. Коровину за внимание к работе и полезное обсуждение результатов.

Литература

1. Коровин Ю.А. и др. Системные исследования развития ядерной энергетики в рамках предлагаемых математических моделей: В сб. «Расчетные исследования экспериментальных и энергетических установок». - Обнинск, 1989. - С.3.
2. Korovin Yu.A. et al. Study of possibility to include in nuclear energy system various radioactive waste incinerators / Workshop on nuclear transmutation of long-lived nuclear power radiowastes (Obninsk, July 1-5, 1991). - Obninsk, 1991. - P.255.
3. Данциг Дж. Линейное программирование, его обобщения и применение. Пер. с англ. - М.: Прогресс, 1966.
4. Банди Б. Основы линейного программирования. Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1989.
5. Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
6. Кесслер Г. Ядерная энергетика. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
7. Переславцев П.Э, Переславцева А.В. Ядерная энергетика на основе замкнутого топливного цикла с использованием перспективных энергетических установок: В сб. «Расчетные исследования экспериментальных и энергетических установок». - Обнинск, 1993. - С.13.

Поступила в редакцию 26.01.2000.

ABSTRACTS OF THE PAPERS

УДК 621.039.568.007.4

Classification of the Factors Influencing the Activity of Operating Personnel of NPPs \A.N. Anokhin; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2000. – 9 pages, 4 tables. – References, 3 titles.

The paper describes a framework which can be followed when roots of NPP operator errors are evaluated. This framework includes particular classification of factors which influence upon NPP operating personnel performance. This classification incorporates 5 hierarchical levels and 82 factors grouped into 25 categories. To find the most important factors the expert study was carried out. 9 NPP operators participated in this study as experts. They were asked about three main problems in their shiftwork. As a result the following main factors were found: teamwork performance, emotional intensity, complexity of control tasks, and allocation of information in control room.

УДК 621.039.58

On a Qestion of Calculation of Reliability of athe System with Restricted Number of Spare Elements \A.V. Antonov, A.V. Plyaskin; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2000. – 12 pages, 7 illustrations, 2 tables. – References, 8 titles.

The paper is devoted to the problem of calculation of reliability of systems with spare elements. Literature review of this problem is given. The method of finding out the failure probability of the system with the strategy of operation described by the non-stationary Markovian process is developed. The analytical expression of the failure probability for the stationary Markovian process is obtained in case of one spare element. The simplified method of the reliability calculation for this system is offered. The results of calculation for the control and protection system components of the Bilibino NPP are given.

УДК 681.3:002.513.5:621.039

Electronic Bibliographic System on Erosion of Wear of Equipment of Nuclear and Thermal Power Installations \K.V. Dergachev, A.V. Lagerev; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2000. – 6 pages, 3 illustrations, 2 tables

The basic principles of design, structure and functional scheme of bibliographic system on erosion of wear of equipment of nuclear and thermal power installations are considered in this paper.

УДК 681.3:621.039.007

Information Support Complex of the VVR-c Operator. Experience of Creation of the First Version \I.N. Koziev, O.Yu. Kochnov, E.S. Stariznyi, Yu. V. Volkov; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2000. – 10 pages, 6 illustrations, 1 table. – References, 8 titles.

The problem of raising of the reliability of VVR-c reactor functioning is considered. The possibility of improvement of exploitation of this reactor is shown by means of creation the "Complex of information support of the operator". The main principles of the system design are described. The results of the first stage of the solution of a problem represented.

УДК 51-72:621.039.002

Development of Optimization Model of a Nuclear Centre \P.E. Pereslavytzev, D. Sakhray; Editorial board of journal "Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika" (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2000. – 7 pages, 6 tables. – References, 7 titles.

Mathematical model of a nuclear center (NC) is considered. The economical parameter is chosen to be a criterion for calculation of optimal NC structure. Information on nuclear reactors fueled with traditional fuel as well as reactor plutonium is used. Results obtained approve the proposed model applicability for calculation of the structure of energy production NCs.