

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ В ТЕХНОЦЕНОЗЕ

В.И. Гнатюк

Основной задачей рангового анализа является оптимизация (точнее – оптимальное управление [1]), то есть определение направлений и критериев улучшения уже существующего техноценоза. В редких случаях осуществляется полномасштабный синтез оптимальной структуры техноценоза, так сказать, «с нуля». Это делается, когда техноценоз еще не существует, а только проектируется. Оптимизация является одной из сложнейших проблем техноценологической теории, и ей посвящено значительное число работ. К настоящему времени достаточно хорошо обоснованы следующие семь процедур [1-5]: 1) определение направления трансформации рангового видового распределения; 2) устранение аномальных отклонений на видовом распределении; 3) верификация номенклатурной оптимизации техноценоза; 4) параметрическая оптимизация по видообразующим параметрам; 5) параметрическое нормирование; 6) параметрический синтез; 7) параметрическая оптимизация по функциональным параметрам.

Важно учитывать, что оптимизационные процедуры в техноценозе, как правило, реализуются комплексно и позволяют решать три основные задачи. Первая, наиболее общая задача заключается в полномасштабной номенклатурной оптимизации техноценоза (рис. 1) [5]. При ее решении в той или иной степени задействуются все семь оптимизационных процедур. Первоначально с помощью анализа рангового видового распределения определяется направление трансформации структуры техноценоза. Затем выявляются аномальные отклонения на видовом распределении, которые устраняются методами параметрической оптимизации по видообразующим параметрам (двумя способами). В ходе реализации предусматривается верификация процедур с помощью анализа динамики изменения параметров гиперболической формы рангового видового распределения.

Вторая задача возникает в том случае, когда, по какой-либо причине, нет возможности осуществлять коренные структурные изменения, однако необходимо реализовывать эффективную научно-техническую политику в исследуемой отрасли или техноценозе. Здесь используется синтетическая методология, основанная на совместном анализе ранговых видовых и параметрических распределений, а также зависимостей, отражающих фундаментальную связь между параметрическим и видовым рангами техноценоза. В ходе решения данной задачи можно говорить об использовании в той или иной мере первой, четвертой и пятой оптимизационных процедур. Как уже отмечалось, в отдельных случаях в ходе проектирования осуществляется синтез оптимальной структуры еще не существующего техноценоза. Здесь находят применение первая, четвертая и шестая процедуры.

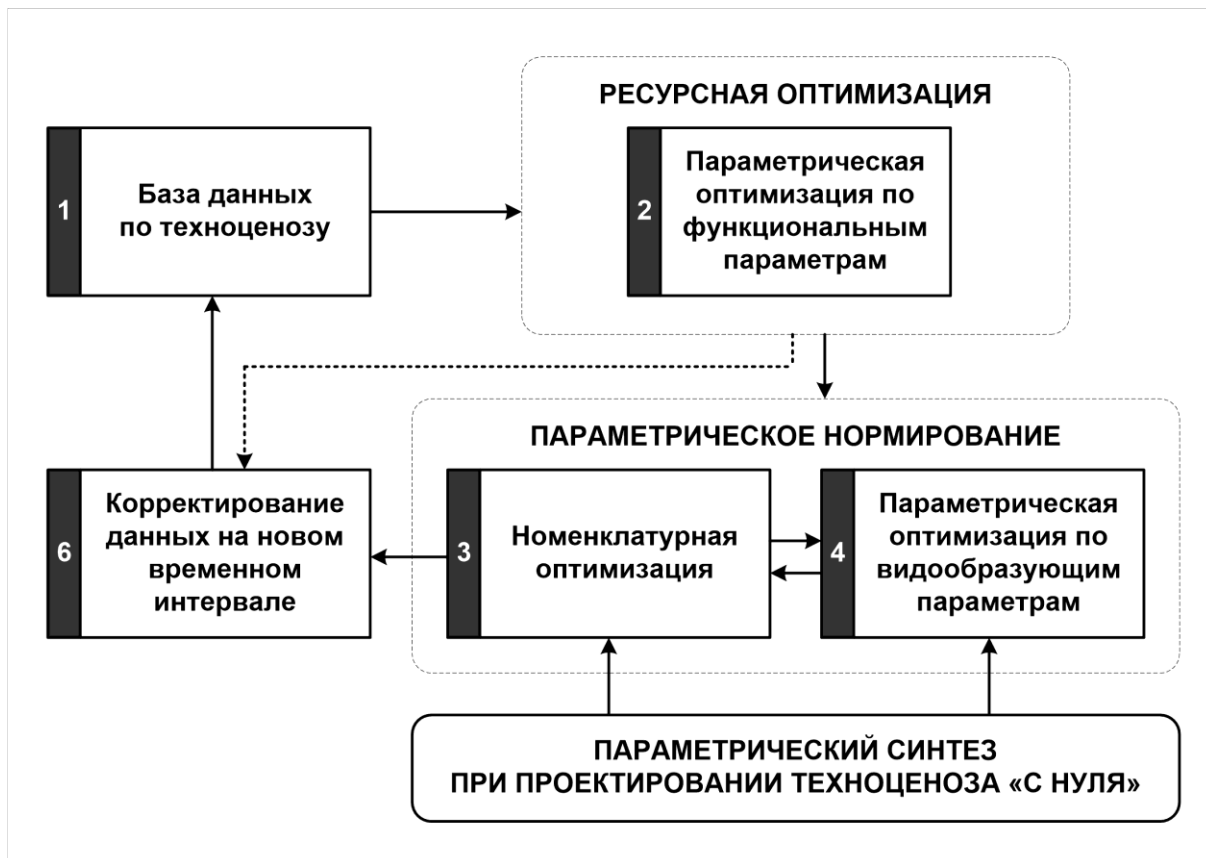


Рис. 1. Основные этапы оптимизации техноценоза

Наконец, третья задача не ставит целью как таковую структурную оптимизацию в техноценозе. Речь идет лишь о так называемой локальной ресурсной оптимизации, которая осуществляется в рамках седьмой процедуры методами анализа ранговых параметрических распределений, построенных по функциональным параметрам. Тем не менее, подобная задача достаточно часто возникает в процессе развития уже существующего техноценоза, когда его оптимизация осуществляется с целью повышения эффективности путем экономии потребляемых ресурсов.

Следует отметить, что все три задачи имеют общую теоретическую основу. Во-первых, они базируются на критериальной системе закона оптимального построения техноценозов [3,5]. Во-вторых, как уже показано в ряде работ, параметрическая оптимизация, будучи осуществляема отдельно, в конечном итоге ведет к номенклатурной. Как свидетельствует практика рангового анализа, ввиду инерционности развития, характерной для большинства техноценозов, именно вторая оптимизационная задача является наиболее распространенной [1-3,5]. Исходя из этого, рассмотрим подробнее процедуры, выполняемые в ходе решения второй задачи.

Известно, что параметры, характеризующие техноценоз, делятся на две группы: видообразующие и функциональные. Видообразующие пара-

метры характеризуют технические виды как таковые. Их совокупность, в определенном смысле, отграничивает виды друг от друга. К ним относятся: установленная мощность, номинальное напряжение, частота, масса, габариты, производительность, скорость, запас хода и т.п. Параметрическая оптимизация по данным параметрам является частью номенклатурной и осуществляется, как правило, совместно с ней. В качестве целевой функции оптимизационного процесса и соответствующих ограничений в рамках второй задачи рангового анализа техноценозов применяется следующая система, состоящая из трех основных процедур [3,5]:

$$\begin{cases} F_1(\Lambda(r_B) \rightarrow \Lambda_H(r_B)); \\ F_2\left(\sum_k \delta_k(\Omega(y)) \rightarrow 0\right); \\ F_5(W_1(r) \dots W_j(r) \rightarrow W_H(r)), \end{cases} \quad (1)$$

где $\Lambda(r_B)$ – реальное ранговое видовое распределение;
 $\Lambda_H(r_B)$ – каноническое ранговое видовое распределение;
 $\Omega(y)$ – видовое распределение;
 y – мощность популяции;
 $\sum_k \delta_k(\Omega(y))$ – сумма отклонений ординат эмпирического распределения от аппроксимационной кривой;
 $W_j(r)$ – параметрическое распределение по j -му видообразующему параметру;
 $W_H(r)$ – каноническое ранговое параметрическое распределение по рассматриваемому параметру;
 r_B – видовой ранг;
 r – параметрический ранг.

Первая процедура (1) позволяет сравнить эмпирическое ранговое видовое распределение с каноническим и определить общее направление последующей номенклатурной оптимизации. Содержание второй процедуры заключается в целенаправленном устранении выявленных аномальных отклонений ординат эмпирического видового распределения от аппроксимационной кривой. Данная процедура согласовывается с первой таким образом, чтобы устранение аномальных отклонений автоматически вело к такой трансформации рангового видового распределения, которая соответствует первой процедуре. Пятая процедура (третья запись в системе (1)) представляет собой параметрическую оптимизацию видов техноценоза по основным видообразующим параметрам, которая ведет совокупность ранговых параметрических распределений к канонической форме [3,5].

Как видим, среди процедур системы (1) именно пятая задает собственно методологию оптимизационного процесса, но записана она здесь формально и требует более подробного разбора. По сути, данная процедура, являясь синтетической, основана на совместном использовании ранговых видовых и ранговых параметрических распределений техноценоза, построенных по видообразующим параметрам. В нашей концепции пятая процедура называется параметрическим нормированием (рис. 1,2) [1,5].

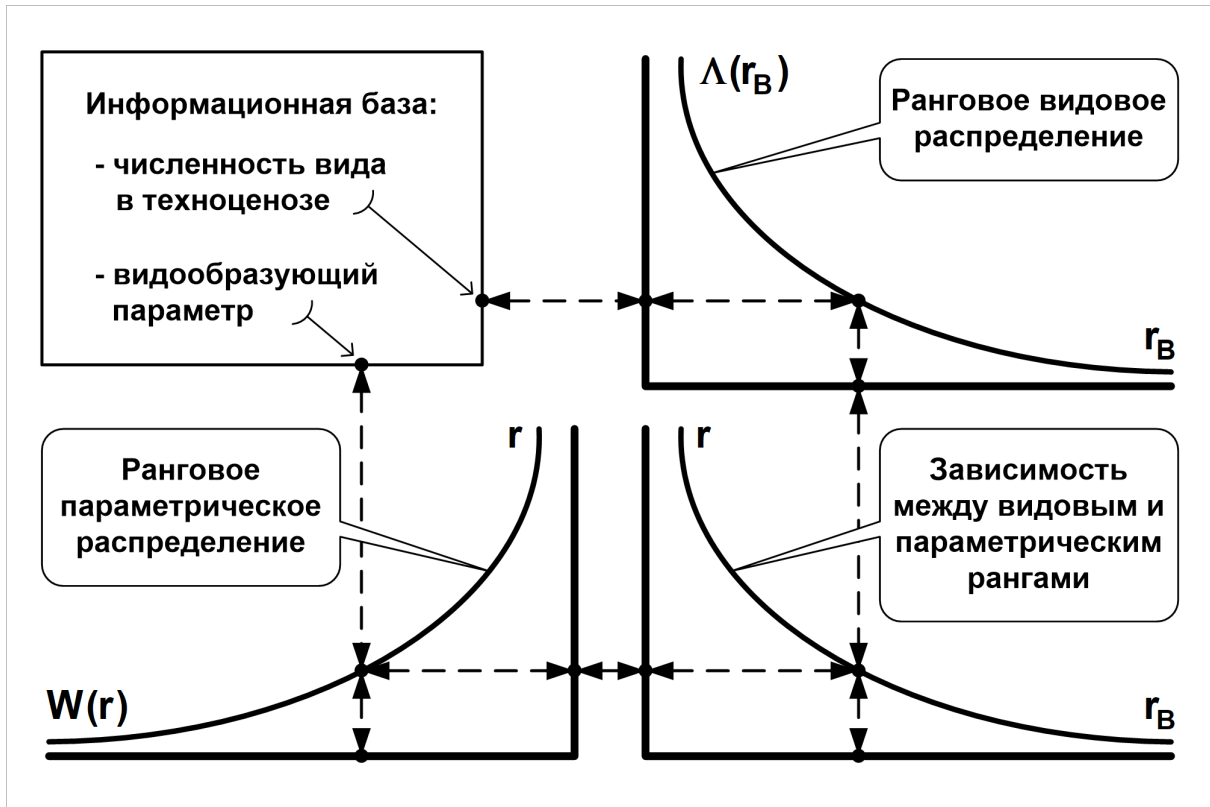


Рис. 2. Параметрическое нормирование в техноценозе

Параметрическим нормированием называется процедура оптимального управления номенклатурой техноценоза, заключающаяся в установлении фундаментальной связи между ранговым видовым и ранговыми параметрическими распределениями, что позволяет формировать систему ограничивающих требований к основным параметрам и численности видов техники, нацеленную на стабильное развитие техноценоза. Связь между ранговыми распределениями основана на следствии из уравнений закона оптимального построения техноценозов, которое имеет вид [3,5]:

$$\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W_j(x) dx = \Lambda(r_{Bi}) \cdot M[W_j(r_{ji})] = W_{ji\Sigma} = \text{const}, \quad (2)$$

где

- $W_j(r)$ – ранговое параметрическое распределение особей техноценоза по j -му параметру;
- $\Lambda(r_B)$ – ранговое видовое распределение техноценоза;
- r_{ji} – ранг i -го вида по j -му параметру;
- r_{Bi} – видовой ранг i -го вида техноценоза;
- $\Lambda(r_{Bi})$ – количество особей i -го вида в техноценозе (мощность популяции);
- $M[W_j(r_{ji})]$ – математическое ожидание значения j -го параметра для популяции особей i -го вида (в расчетах принимается средневидовое значение параметра);
- $W_{ji\Sigma}$ – суммарный j -й параметрический ресурс, требуемый i -му виду для выполнения предназначения;
- x – непрерывный аналог ранга.

Технологически суть параметрического нормирования заключается в том, что в совмещенной системе координат строятся ранговое видовое и ранговое параметрическое распределения по видообразующему параметру, а также особый график, связывающий параметрический и видовой ранги техноценоза. Последний строится на основе одного из уравнений закона оптимального построения техноценозов, отражающего фундаментальную связь между параметрическим и видовым рангами техноценоза. Данное интегральное уравнение впервые получено и использовано в [2], а подробно теоретически обосновано в [3,5]. Оно имеет следующий вид:

$$r_{ji} = \int_{r_{Bi}}^{\infty} \Lambda(x) dx, \quad (3)$$

где

- r_{ij} – ранг i -го вида по j -му параметру;
- $\Lambda(x)$ – ранговое видовое распределение техноценоза;
- r_{Bi} – видовой ранг i -го вида;
- x – непрерывный аналог ранга.

Полученная номограмма позволяет, задавшись требованиями по численности вида, определить целесообразные значения его видообразующих параметров, либо наоборот, зная параметры, формулировать рекомендации к мощности популяции вида в техноценозе (показано на рис. 2). Теоретические основы данной процедуры содержатся в следующем уравнении (впервые записанном в [2]), которое фактически является следствием (2), полученным для отдельно взятого видообразующего параметра:

$$\frac{\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W(x)dx}{M[W_j(r_{ji})]} = \Lambda(r_{Bi}), \quad (4)$$

где

$$r_{ji} = \int_{r_{Bi}}^{\infty} \Lambda(x)dx - \Lambda(r_{Bi}) / 2 \quad \text{и} \quad r_{ji+1} = \int_{r_{Bi}}^{\infty} \Lambda(x)dx + \Lambda(r_{Bi}) / 2;$$

$W(r)$ – ранговое параметрическое распределение;

$\Lambda(r)$ – ранговое видовое распределение;

r_{ji}, r_{ji+1} – ранговые границы i -го вида на ранговом распределении по j -му видообразующему параметру;

$M[W_j(r_{ji})]$ – математическое ожидание значения j -го параметра для популяции особей i -го вида;

$\Lambda(r_{Bi})$ – количество особей i -го вида в техноценозе (мощность популяции данного вида техники);

r_{Bi} – видовой ранг i -го вида техноценоза;

x – непрерывный аналог ранга.

Уравнение (4) фактически закладывает теоретические основы научно-технической политики, которая должна проводиться в отраслях экономики и техноценозах. Здесь предполагается на основе исходных данных о ключевых видообразующих параметрах вида технического изделия определять требования к его численности в техноценозе. Очевидно, что возможен и обратный вариант, когда на основе данных о численности задаются требования к параметрам. Известно, что первый вариант в большей степени подходит к дорогостоящим, уникальным, крупным видам техники, а второй, наоборот – к дешевым, унифицированным и мелким.

Используя хорошо известную двухпараметрическую гиперболическую форму ранговых распределений, нетрудно получить балансное уравнение (впервые выведенное в [2] и теоретически обоснованное в [3,5]):

$$\ln \Lambda_p = \xi - \eta \cdot \ln W_p, \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \xi = \frac{\ln \Lambda_1 \beta_W (\beta_\Lambda - 1) - \beta_W \beta_\Lambda (\ln \Lambda_1 - \ln (\beta_\Lambda - 1)) + \beta_\Lambda \ln W_1}{\beta_W (\beta_\Lambda - 1)}, \\ \eta = \frac{\beta_\Lambda}{\beta_W (\beta_\Lambda - 1)}, \end{array} \right.$$

где Λ_p, W_p – расчетные значения параметров;
 Λ_1, β_Λ – константы рангового видового распределения:

$$\Lambda(x) = \frac{\Lambda_1}{x^{\beta_\Lambda}}, \beta_\Lambda \neq 1;$$
 W_1, β_W – константы параметрического распределения:

$$W(x) = \frac{W_1}{x^{\beta_W}}, \beta_W \neq 0.$$

Как показано в работе [2], выражение (5) можно считать частным решением общего уравнения (4), ограниченным простейшей двухпараметрической гиперболической формой ранговых распределений.

Разновидностью параметрического нормирования в техноценозе является шестая процедура оптимизации – параметрический синтез, под которым понимается процедура формирования оптимальной номенклатуры техноценоза, проектируемого, так сказать, «с нуля» (рис. 3) [1,5].

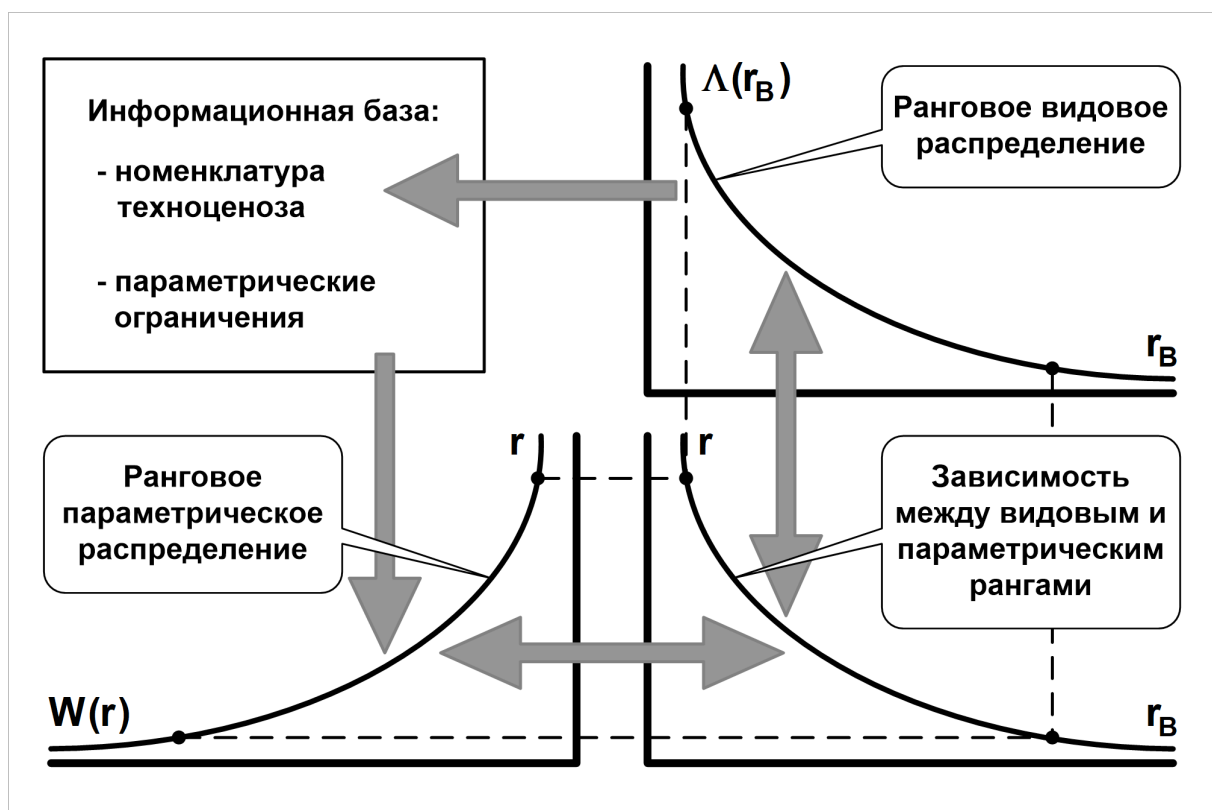


Рис. 3. Параметрический синтез в техноценозе

Суть параметрического синтеза заключается в реализации итерационным методом многомерного оптимизационного процесса. В ходе него путем подбора (из имеющейся в распоряжении номенклатуры) конкретных видов техники формируется видовое разнообразие техноценоза, соответ-

ствующее одному из уравнений закона оптимального построения техноценозов, которое играет роль критерия и выглядит следующим образом [3,5]:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_0^{\infty} W_j(x) dx \right) = \int_0^{\infty} \Omega(y) dy \cdot \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W_j(x) dx \right) = W_{\Sigma}^* = \text{const}, \quad (6)$$

где $W_j(x)$ – ранговое параметрическое распределение особей техноценоза по j -му параметру;
 $\Omega(y)$ – видовое распределение техноценоза;
 r_{ji} – ранг i -го вида по j -му параметру;
 W_{Σ}^* – суммарный параметрический ресурс, требуемый техноценозу для выполнения его предназначения;
 x – непрерывный аналог ранга;
 y – мощность популяции видов техники.

В качестве ограничений используется принцип равномогности параметров техноценоза, также являющийся следствием закона [3,5]:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} \omega_j(x) dx \right) = \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} \mu_j(x) dx \right) = \frac{W_{\Sigma}^*}{2} = \text{const}, \quad (7)$$

где r_{ji} – ранг i -го вида техноценоза по j -му параметру;
 $\omega_j(r)$ – ранговое параметрическое распределение особей техноценоза по j -му видообразующему параметру, имеющему смысл полезного эффекта;
 $\mu_j(r)$ – ранговое параметрическое распределение особей техноценоза по j -му функциональному параметру, имеющему смысл энергетических затрат;
 x – непрерывный аналог ранга;
 W_{Σ}^* – суммарный параметрический ресурс, требуемый техноценозу для выполнения его предназначения.

Критерий (6) предполагает многомерную оптимизацию с варьированием континуума параметров. Однако на практике оптимизационный процесс может быть существенно упрощен, если в ходе синтеза будет учитываться только один лидинговый параметр. В этом случае в качестве целевой функции и ограничений применяется критериальная система, являющаяся прямым следствием приведенного выше уравнения (6) [3,5]:

$$\left\{ \begin{array}{l}
H_{\Sigma} \xrightarrow{(\Omega_{\Sigma}, \Lambda(r_{Bi}), M[W_j(r_{ji})]) \rightarrow \text{var}} \rightarrow \max; \\
\frac{W_{j\Sigma}}{\Omega_{\Sigma}} = \int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W_j(x) dx = \text{const}; \\
r_{ji} = \int_{r_{Bi}}^{\infty} \Lambda(x) dx; \\
W_{jk\Sigma} \rightarrow W_{jk\Sigma}^* \wedge W_{jk\Sigma} \geq W_{jk\Sigma}^*; \\
i = 1 \dots \Omega_{\Sigma}; \\
k = 1 \dots K,
\end{array} \right. \quad (8)$$

- где
- H_{Σ} – энтропия техноценоза (подробно см. [2,3,5]);
 - Ω_{Σ} – общее количество видов техноценоза;
 - $\Lambda(r_{Bi})$ – количество особей i -го вида в техноценозе;
 - r_{Bi} – видовой ранг i -го вида техноценоза;
 - $M[W_j(r_{ji})]$ – математическое ожидание значения j -го параметра для популяции особей i -го вида;
 - r_{ji} – начальный ранг i -го вида по j -му параметру на ранговом параметрическом распределении;
 - $W_{j\Sigma}$ – суммарный параметрический ресурс техноценоза по j -му параметру;
 - $W_j(x)$ – ранговое параметрическое распределение особей техноценоза по j -му параметру;
 - $\Lambda(x)$ – ранговое видовое распределение техноценоза;
 - x – непрерывный аналог ранга;
 - $W_{jk\Sigma}$ – суммарный параметрический ресурс k -го пространственно-технологического кластера (объекта) [1,5] техноценоза по j -му параметру;
 - $W_{jk\Sigma}^*$ – суммарный параметрический ресурс по j -му параметру, необходимый k -му объекту техноценоза для выполнения предназначения;
 - \wedge – знак логической дизъюнкции;
 - K – общее количество объектов в техноценозе.

Энтропия распределения по видам, суммарный параметрический ресурс по j -му параметру и общее количество видов техноценоза определены в [2] (дополнены в [3,5]) и могут быть получены следующим образом:

$$H_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{\Omega_{\Sigma}} \left(-\frac{\Lambda(r_{Bi})}{\int_0^{\infty} \Lambda(x) dx} \ln \left(\frac{\Lambda(r_{Bi})}{\int_0^{\infty} \Lambda(x) dx} \right) \right); \quad (9)$$

$$\Omega_{\Sigma} = \int_0^{\infty} \Omega(y) dy, \quad (10)$$

где $\Omega(y)$ – видовое распределение техноценоза;
 y – мощность популяции;

$$W_{j\Sigma} = \int_0^{\infty} W_j(x) dx. \quad (11)$$

Условия системы (8) задают следующий критерий оптимизации. Путем перебора видов техники из имеющейся в распоряжении номенклатуры осуществляется варьирование: общего количества видов в техноценозе, а также мощности популяций и средних значений видообразующих параметров выбранных видов техники. Целью оптимизационного процесса является достижения максимума энтропии техноценоза при равномерном распределении параметрического ресурса между популяциями видов техники. Алгоритм оптимизации основан на фундаментальной связи между параметрическим рангом рангового параметрического распределения техноценоза и видовым рангом его рангового видового распределения. В качестве параметрического ограничения рассматривается внешнее условие, определяющее, что суммарный параметрический ресурс каждого пространственно-технологического кластера (объекта) техноценоза должен быть предельно близким, но не меньшим требуемого значения, в свою очередь задаваемого технологическими ограничениями. Областью определения целевой функции является параметрическая система имеющейся в распоряжении номенклатуры технических изделий, которыми может быть насыщен техноценоз, а также его пространственно-технологическая структура. Следует отметить, что в случае оптимизации по видообразующему параметру в качестве целевой функции может использоваться как первое условие системы (8), так и второе (в [2] показано, что они тождественны). При оптимизации по функциональному параметру в качестве целевой функции может быть использовано только первое условие (8), т.к. в этом случае нет возможности определить границы интегрирования при вычислении суммарного видового параметрического ресурса.

Упрощенный вариант параметрического синтеза заключается в том, что в совмещенной системе координат строятся ранговое видовое и ранговые параметрические распределения, а также график, связывающий параметрический и видовой ранги техноценоза (рис. 4).

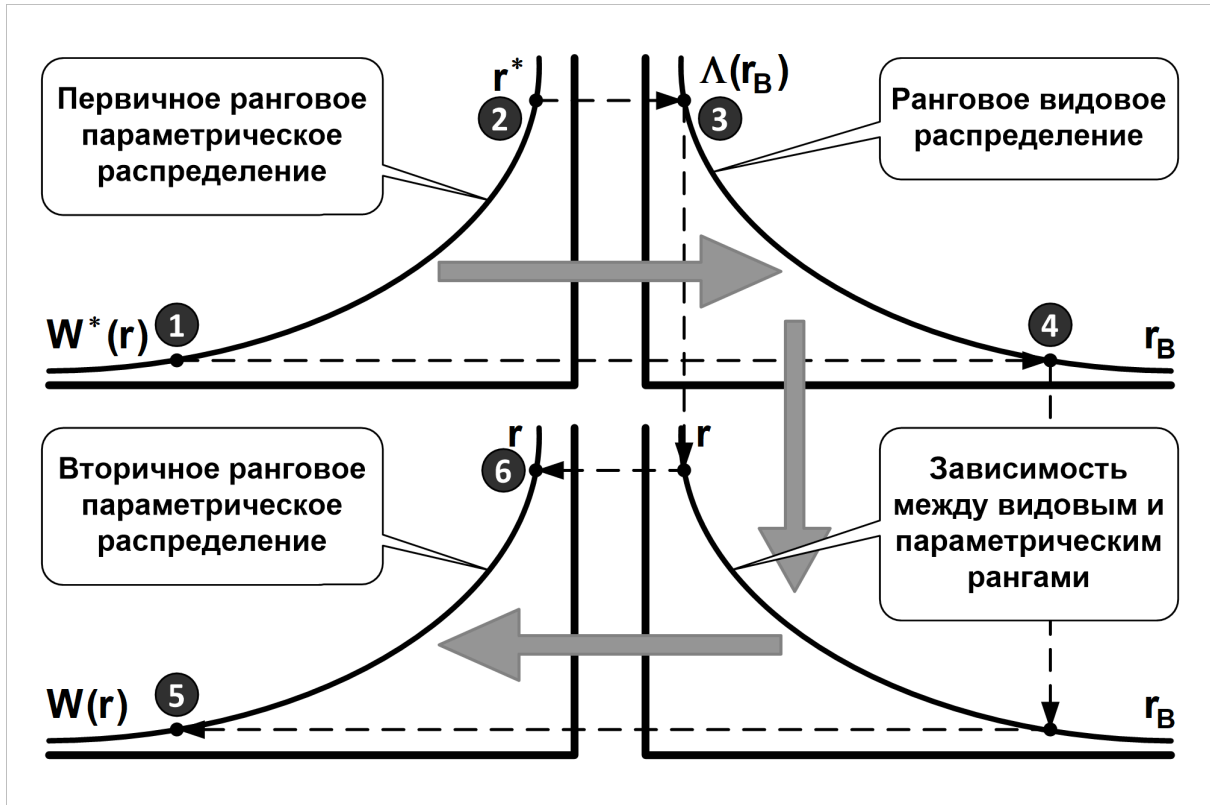


Рис. 4. Алгоритм параметрического синтеза в техноценозе

с граничными точками, имеющими координаты:

$$1: (r_{\min}^*; W_{\max}^*); 2: (r_{\max}^*; W_{\min}^*); 3: (1; \Lambda_{\max});$$

$$4: (s; 1); 5: (1; W_{\max}^*); 6: (n; W_{\min}^*)$$

В отличие от процедуры параметрического нормирования, где распределения строятся на основе обработки статистических данных по реально существующему техноценозу, в процедуре параметрического синтеза ранговые распределения генерируются на основе численной реализации уравнений закона оптимального построения с учетом внешних параметрических ограничений. Внешние ограничения позволяют построить первичное ранговое распределение, соответствующее ресурсным требованиям объектов техноценоза по лидинговому параметру. Лидинговый параметр может быть определен в системе исходных данных либо должен быть выбран в рамках предварительного параметрического анализа. Затем осуществляется построение рангового видового распределения, соответствующего первичному ранговому параметрическому. Далее строится вторич-

ное ранговое параметрическое распределение, устанавливается связь между параметрическим и видовым рангами и формируется номограмма, по которой осуществляется синтез оптимальной видовой структуры техноценоза (показано схематично на рис. 4). В качестве опорных параметров задаются координаты так называемых граничных точек. При этом принимается предположение, что максимальное и минимальное значения параметра, задаваемые в системе технологических требований на первичном ранговом параметрическом распределении, сохраняют свои максимальное и минимальное значения также и на вторичном распределении. Рассмотрим алгоритм параметрического синтеза, состоящий из ряда этапов [5].

1. Построение первичного рангового параметрического распределения техноценоза по значениям ресурса, необходимого пространственно-технологическим кластерам для выполнения предназначения:

$$W^* = f(r^*), \quad (12)$$

где W^* – ресурс первичного параметрического распределения;
 r^* – параметрический ранг первичного распределения.

2. Аппроксимация первичного рангового параметрического распределения и определение параметров его аппроксимационной формы:

$$W^* = \frac{W_1^*}{r^{*\beta_W}}, \quad (13)$$

где W_1^*, β_W^* – параметры первичного распределения.

3. Задание граничных точек на первичном распределении, в качестве которых используются значения максимального и минимального ресурса, необходимого пространственно-технологическим кластерам (рис. 4):

$$W_{\max}^*, W_{\min}^*. \quad (14)$$

4. Определение общего количества видов техноценоза как отношения суммарного ресурса, необходимого пространственно-технологическим кластерам для выполнения предназначения, к максимальному ресурсу:

$$s = \Omega_\Sigma = \frac{W_\Sigma^*}{W_{\max}^*}, \quad (15)$$

где $W_{\Sigma}^* = \sum_{k=1}^K W_k^*$ – ресурс, необходимый всем объектам (K – общее количество объектов в техноценозе).

5. Определение ресурса, приходящегося на популяцию i -го вида техники в техноценозе, который равен максимальному ресурсу, необходимому самому крупному пространственно-технологическому кластеру:

$$W_{i\Sigma} = W_{\max}^*. \quad (16)$$

6. Определение численности самого массового вида как отношения ресурса, приходящегося на популяцию вида, к минимальному ресурсу, необходимому самому малому пространственно-технологическому кластеру:

$$\Lambda_{\max} = \frac{W_{i\Sigma}}{W_{\min}^*}. \quad (17)$$

7. Определение граничных точек на ранговом видовом распределении техноценоза, имеющих координаты $(1; \text{численность самого массового вида техники})$ и $(\text{общее количества видов в техноценозе}; 1)$ (рис. 4):

$$(1; \Lambda_{\max}), (s; 1). \quad (18)$$

8. Реализация оптимизационного процесса, варьирующего общую численность особей в техноценозе в границах от единицы до максимально возможного значения, с целью максимизации энтропии для построения оптимального рангового видового распределения, проходящего через полученные граничные точки на ранговом видовом распределении:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{\Sigma} = \sum_{i=1}^s \left(-\frac{\Lambda_i}{\Lambda_{\Sigma}} \ln \left(\frac{\Lambda_i}{\Lambda_{\Sigma}} \right) \right) \xrightarrow{\Lambda_{\Sigma} \rightarrow \text{var}} \max, \\ \Lambda^{\circ}(1) = \Lambda_{\max} \wedge \Lambda^{\circ}(s) = 1; \\ \Lambda_{\Sigma} = 1 \dots (s \cdot \Lambda_{\max}) \end{array} \right\} \rightarrow \{ \Lambda^{\circ} = f(r_B) \}, \quad (19)$$

где H_{Σ} – энтропия, рассчитанная для численности видов;

- Λ_i – мощность популяции i -го вида;
- Λ_Σ – общее количество особей в техноценозе;
- $\Lambda^\circ(r_B)$ – оптимальное ранговое видовое распределение;
- r_B – видовой ранг рангового видового распределения.

9. Аппроксимация полученного оптимального рангового видового распределения и определение параметров его аппроксимационной формы:

$$\Lambda^\circ = \frac{\Lambda_1^\circ}{r_B^{\beta_\Lambda^\circ}}, \quad (20)$$

- где $\Lambda^\circ(r_B)$ – функция оптимального рангового видового распределения техноценоза;
- $\Lambda_1^\circ, \beta_\Lambda^\circ$ – параметры оптимального распределения.

10. Окончательное определение общего количества особей техноценоза как суммы значений функции оптимального рангового видового распределения в зависимости от видового ранга, при условии, что видовой ранг меняется от единицы до общего количества видов техноценоза:

$$n = \Lambda_\Sigma^\circ = \sum_{i=1}^s \Lambda^\circ(i), \quad (21)$$

- где $\Lambda^\circ(i)$ – значения функции оптимального рангового видового распределения с i -м видовым рангом.

11. Определение граничных точек на вторичном ранговом параметрическом распределении, имеющих следующие координаты: (1; максимальное значение ресурса, заданное ранее на первичном распределении) и (общее количества особей; минимальное значение ресурса) (рис. 4):

$$(1; W_{\max}^*), (n; W_{\min}^*). \quad (22)$$

12. Расчет параметров аппроксимационной формы вторичного распределения путем решения (применительно к двум известным граничным точкам, которые упоминались в комментарии до начала изложения методики) системы из двух балансных уравнений, связывающих расчетные значения численности особей и уровня видообразующего параметра:

$$\left\{ \begin{array}{l} \ln \Lambda_{P1} = \xi - \eta \cdot \ln W_{P1}, \\ \ln \Lambda_{P2} = \xi - \eta \cdot \ln W_{P2}; \\ \Lambda_{P1} = \Lambda_{\max}; W_{P1} = W_{\min}^*, \\ \Lambda_{P2} = 1; W_{P2} = W_{\max}^* \end{array} \right\} \xrightarrow{W_1, \beta_W} \left\{ W = \frac{W_1}{r^{\beta_W}} \right\}, \quad (23)$$

где ξ, η – коэффициенты балансного уравнения, в выражения которых подставляются параметры оптимального рангового видового распределения (см. (5));

$W(r)$ – вторичное ранговое параметрическое распределение;

W_1, β_W – параметры его аппроксимационной формы.

13. Установление связи между параметрическим и видовым рангами путем определения общей численности особей за соответствующим видовым рангом на оптимальном ранговом видовом распределении:

$$r_p = \sum_{i=r_{BP}}^s \Lambda^o(i), \quad (24)$$

где r_p – определяемое значение параметрического ранга;

r_{BP} – задаваемое значение видового ранга (от 1 до s);

$\Lambda^o(i)$ – численность особей, определяемая для i -го ранга.

14. Разработка номограммы, объединяющей оптимальное ранговое видовое и вторичное ранговое параметрическое распределения, а также график, связывающий параметрический и видовой ранги (рис. 4).

15. Формирование оптимального видового разнообразия на основе выбора из имеющейся номенклатуры тех видов техники, которые в максимальной степени удовлетворяют полученной номограмме.

16. Насыщение пространственно-технологических кластеров техноценоза видами техники в соответствии с рекомендациями, определяемыми, с одной стороны, полученным с помощью номограммы оптимальным видовым разнообразием, а с другой – внешними параметрическими ограничениями, задаваемыми технологическими особенностями функционирования самих пространственно-технологических кластеров техноценоза.

Следует иметь в виду, что приведенный выше алгоритм, как правило, осуществляется циклически путем многократной итерационной реализации следующих комплексных операций: первая – формирование набора видов техники из имеющейся номенклатуры; вторая – повторная оптимизация и корректирование номограммы параметрического синтеза.

Таким образом, для эффективного управления современным техноценозом всем руководителям от мастера ЖЭУ до губернатора, от начальника отдела до министра, от начальника смены до генерального директора надо овладевать и внедрять новую методологию, основанную на техноценологических подходах и ранговом анализе. Это позволит корректно в реальном масштабе времени обрабатывать поступающую информацию, постоянно видеть свой техноценоз как целостную систему и быстро принимать адекватные управленческие решения. Одной из наиболее мощных оптимизационных процедур рангового анализа, нацеленных на комплексное оптимальное развитие уже существующего техноценоза, является параметрическое нормирование. В отдельных случаях, когда осуществляется проектирование еще не существующего техноценоза (так сказать, «с нуля»), может эффективно применяться разновидность параметрического нормирования – процедура параметрического синтеза, которая основывается на уравнениях закона оптимального построения техноценозов и реализуется в рамках сложного многопараметрического оптимизационного процесса. Упрощенный прикладной вариант параметрического синтеза осуществляется с помощью однопараметрического алгоритма, состоящего из шестнадцати этапов. Основным содержанием предлагаемого алгоритма является установление связи и оперирование первичным ранговым параметрическим, оптимальным ранговым видовым и вторичным ранговым параметрическим распределениями техноценоза, а также фундаментальной зависимостью между параметрическим и видовым рангами.

Литература

1. Техника, техносфера, энергосбережение [Сайт] / В.И. Гнатюк. – М.: [б.и.], [2000]. – Режим доступа: <http://www.gnatukvi.ru>, свободный.
2. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк // Вып. 29. Ценологические исследования. – М.: [Изд-во «Томский государственный университет – ЦСИ»], [2005]. – 384 с.
3. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов: Формулировка и математическое описание [Статья] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [б.и.], [2012]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/zakon.pdf>, свободный.
4. Гнатюк, В.И. Философские основания техноценологического подхода [Компьютерный вариант] / В.И. Гнатюк. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Издательство КИЦ «Техноценоз»], [2014]. – Режим доступа: http://gnatukvi.ru/mono_pdf/text.pdf, свободный.
5. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. – 3 изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2019]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>, свободный.