

$$P_1(0) = 1; P_2(0) = P_3(0) = P_4(0) = P_5(0) = P_n(0) = 0. \quad (6)$$

В результате получена математическая модель системы функционирования предприятия по освоению производства, выпуску и реализации новой продукции, где в основу оценки инновационности предприятия положено моделирование цикла освоения производства, выпуска и реализации продукции на основе марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.

Таким образом, коэффициенты обновления и способности к обновлению показывают только, имеет ли пред-

приятие технические возможности гибко развиваться, но не показывают полной возможности такого развития, так как не дают представления о располагаемых средствах, их соответствии средним значениям эффективности, использовании активов, собственных и заемных средств, достаточности объемов продаж и рентабельности, что в конечном счете может определить, имеет ли предприятие возможность ежегодно осваивать определенное число изделий  $N$ , необходимое для выживания и развития в условиях рынка.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдикеев Н. М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике. М.: Экзамен, 2004. 528 с.
2. Шеер А. В. Моделирование бизнес-процессов. М.: Серебряные нити, 2000. 208 с.
3. Самочкин В. Н. Гибкое развитие предприятия: анализ и планирование. М.: Дело, 1999. 333 с.

## REFERENCES

1. Abdikeyev N. M. Design of Intelligent Systems in the economics. M.: Examination, 2004. 528 p.
2. Sheer A. V. Business Process Modeling. M. Silver Threads, 2000. 208 p.
3. Samochkin V. N. Enterprise flexible development: analysis and planning. Moscow: Delo, 1999. 333 p.

УДК 330.15  
ББК 65.28-18

**Скитер Наталья Николаевна,**  
канд. экон. наук, доц. каф. экономического анализа и финансов  
Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии,  
г. Волгоград,  
e-mail: ckumer@mail.ru

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КВОТ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ

### IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC POLICY USING POLLUTION QUOTAS

*Рассматривается модель, описывающая формирование государственной политики, направленной на регулирование производственных загрязнений, оптимизирующая инструментарий продажи или выдачи квот на вредные выбросы. Доказано, что если количество разрешений на загрязнение невелико и в России существует обязательное ограничение вредных выбросов, то увеличение их удельного количества на единицу капитала может привести к переливу последнего из-за рубежа в Россию, а также к росту международной рентной стоимости капитала. В случае взаимной согласованности факторов производства производственные выбросы в стране за рубежом будут снижаться, и оптимальная цена разрешений на них будет увеличиваться.*

*The model describing the formation of the state policy aimed at the regulation of the production pollutions opti-*

*mizing the toolset of selling or issuing quotas for harmful emissions has been reviewed. It has been proven that if the number of the permits for pollutions is low, and the obligatory restrictions for harmful emissions exists in Russia, then the increasing of their specific amount per the capital unit can lead to return of the capital from abroad to Russia, as well as to the growth of international rent cost of capital. In case of consistency of the production factors the industrial emissions in the country and abroad will go down, and the optimal price for the permits will go up.*

*Ключевые слова: моделирование, регулирование, государственная политика, государственные доходы, производственные выбросы, окружающая среда, бесплатные разрешения, разрешения на выбросы, квоты на загрязнение, рентная цена, капитал, издержки.*

*Keywords: modeling, regulation, statepolicy, staterevenue, productionemissions, environment, freepermits, pollutionpermits, quotasforpollutions, rentprice, capital, expenses.*

**1. Экономико-математическая модель**

Построим модель, описывающую государственную политику регулирования производственных выбросов, оптимизирующую использование разрешений на загрязнение. Пусть рассматриваются Россия  $h$  и еще одна зарубежная страна  $f$ , представленные своими производственными секторами, производящие сравнительно однородные виды продукции, вредно воздействующие на окружающую среду. В качестве переменных (эндогенных) рассмотрим капитал  $k$  и имеющийся ресурс  $e$ , производственное применение которого приводит к вредному воздействию на окружающую среду. Предположим, что предложение других производственных факторов постоянно, что характеризует убывающую результирующую отдачу по переменным факторам производства. Уровень технологии в моделируемой стране  $i$  определяется некоторой производственной функцией:

$$y^i = F^i(k^i, e^i), i = h, f \tag{1}$$

при следующих условиях  $F_{k_i} > 0$  и  $F_{e_i} > 0$ , т. е. предельные продукты, учитываемые моделью, являются положительными, убывающими. Использование ресурсов в производственном процессе приводит к вредному воздействию на внешнюю среду. Для наглядности нормируем фактор загрязнения к единице. Тогда уровень загрязнения составит  $e^i$ .

Правительство России определяет верхний рубеж  $\bar{E}$  уровня выбросов в стране так, что

$$e^h \leq \bar{E} \tag{2}$$

При условии  $e^h \leq \bar{E}$  разрешения на продаваемые загрязнения в России будут иметь положительную стоимость  $p$ . Правительство может принять решение, что определенная доля квот на загрязнение может распределяться бесплатно [1, с. 54–57]. Если применяются бесплатные квоты на загрязнение, то они распределяются среди отечественных предприятий пропорционально объему капитала, применяемого в России. Численность бесплатных санкций на выбросы в расчете на единицу капитала, используемого в стране, примем за  $q$ .

Обозначим через переменные ( $r^i, w^i$ ) цены факторов производства в стране  $i$  (капитал и ресурс, применение которого приводит к производственным выбросам), через  $W$  – мировую рыночную стоимость ресурса, через  $R$  – международную рентную цену капитала. Мы имеем:

$$w^f = W, w^h = W + p, r^f = R, r^h = R - pq,$$

где  $pq$  – стоимость безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение, рассчитанная на единицу капитала. Максимизирующее прибыль поведение фирм означает, что максимальные продукты и цены факторов производства будут равны:

$$F_k^f = R = F_k^h + pq, \tag{3}$$

$$F_e^f = W = F_e^h - q. \tag{4}$$

Пусть существует необходимый резерв капитала  $\bar{K}$  и капитал свободно перемещается на моделируемом интернациональном рынке. Рентная оценка капитала усредняется так, что общий спрос на капитал и запас капитала равны, таким образом можно предположить равенство

$$k^h(R - pq) + k^f(R) = \bar{K}. \tag{5}$$

**2. Бесплатные санкции на загрязнение и государственные доходы**

Этот раздел посвящен исследованию того, как применение бесплатно распределяемых санкций на загрязнение может повлиять на доходы государства. Начнем с анализа воздействия бесплатно распределяемых санкций на загрязнение на равновесие в созданной модели. Продифференцировав уравнения (3)–(5) по  $q$ , получим следующие соотношения:

$$\frac{dk^h}{dq} = \frac{1}{H} pF_{ee}^f, \frac{de^f}{dq} = \frac{1}{H} pF_{ke}^f, \frac{dR}{dq} = -\frac{1}{H} p\theta^f, \tag{6}$$

$$\frac{dp}{dq} = \frac{1}{H} pF_{ke}^h F_{ee}^f,$$

где

$$\theta^i = F_{kk}^i F_{ee}^i - (F_{ke}^i)^2 > 0$$

и

$$H = -\theta^f - F_{kk}^h F_{ee}^f - qF_{ke}^h F_{ee}^f$$

Из соотношений (6) имеем следующее утверждение.

Утверждение 1. Если вначале количество бесплатных санкций на загрязнение невелико (т. е.  $q$  настолько мало, что  $H < 0$ ) и в России существует обязательное ограничение вредных выбросов ( $p$  положительно), то увеличение числа бесплатных санкций на загрязнение в расчете на единицу капитала приведет к переливу капитал из-за границы в Россию ( $\frac{dk^h}{dq} > 0$ ) и к росту международной рентной оценки капитала ( $\frac{dR}{dq} > 0$ ). Если имеем комплементарность факторов производства (т. е.  $F_{ke}^i > 0$ ), производственные выбросы за границей будут сокращаться ( $\frac{de^f}{dq} < 0$ ) и цена санкций на загрязнение будет расти ( $\frac{dp}{dq} > 0$ ).

При условии, что цена санкций на выбросы положительна, распределение бесплатных санкций на загрязнение пропорционально капиталу, употребляемому в нашей стране, эквивалентно субсидированию применения капитала. Спрос на капитал в нашей стране повышается, увеличивая процентную ставку и приводя к увеличению ввоза капитала в Россию [2, с. 499–508]. Если имеет место комплементарность факторов производства, меньшее значение капитала за границей сокращает предельный продукт, приобретаемый при использовании ресурса (характеризующегося производственными выбросами), что приведет к снижению производственных выбросов в зарубежной стране. Допустим, что вредные выбросы

в России ограничены  $\bar{E}$ , совокупные выбросы также снижаются. Поскольку в России применяется значительно большее количество капитала, у нас и спрос на ресурс будет увеличиваться. Это приведет к увеличению цены санкций на загрязнение, порождая эффект замещения используемого ресурса капиталом.

Доход государства  $G$  от реализации санкций на загрязнение составляет:

$$G = p(\bar{E} - k^h q). \quad (7)$$

Рассмотрим, как незначительное увеличение количества безвозмездных санкций на загрязнение воздействует на доходы государства. Дифференцирование по  $q$  соотношения (10) дает следующее:

$$\frac{dG}{dq} = \frac{dp}{dq}(\bar{E} - k^h q) - pq \frac{dk^h}{dq} - pk^h \quad (8)$$

Увеличение бесплатных санкций в расчете на единицу капитала приведет к снижению доходов государства как за счет прямого сокращения числа реализуемых санкций на загрязнение, так и за счет увеличения основного капитала в России. Отсюда можно было бы заключить, что бесплатные санкции на загрязнение менее привлекательны, чем реализуемые санкции. Однако, значительное количество бесплатных санкций на загрязнение может увеличивать цену реализуемых санкций на загрязнение, поэтому суммарное воздействие бесплатных санкций на загрязнение на доходы государства неоднозначно.

Применив соотношения (6), можно представить уравнение (8) следующим образом:

$$\frac{dG}{dq} = \frac{pF_{ee}^f}{H} \left[ F_{ke}^h \bar{E} + \left( F_{kk}^h + \frac{\theta^f}{F_{ee}^f} \right) k^h - pq \right] \quad (9)$$

Уравнение (9) показывает, что важным условием для роста доходов государства с ростом количества безвозмездных санкций на загрязнение является комплементарность производственных факторов – и капитала, и используемого ресурса (т. е.  $F_{ke}^h > 0$ ). Это показывает, что, если капитал и загрязняющий ресурс являются взаимодополняющими факторами, большее количество основного капитала в России приведет к росту спроса на санкции на загрязнение, что вызовет увеличение цены реализуемых санкций на загрязнение. Следовательно, при ввозе большого количества капитала в нашу страну субсидирование капитала будет иметь значительное воздействие на доходы государства через цены санкций на загрязнение. Если этот эффект перекрывает прямые потери доходов государства за счет субсидирования капитала, совокупные доходы государства увеличиваются.

Полученный результат дает возможность предположить, что имеют место условия, в которых максимальные затраты увеличения средств государства будут вызывать большее количество бесплатно получаемых санкций на загрязнение. Однако в проведенном нами

анализе верхний предел производственных выбросов задавался экзогенно. Теперь необходимо выяснить, может ли оптимальное число безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение расти с увеличением предельных затрат государственных средств также и в случае, когда верхний предел вредных выбросов  $\bar{E}$  оптимизируется.

### 3. Оптимизация бесплатно выдаваемых санкций на загрязнение

В этом разделе представлено оптимальное число бесплатно выдаваемых санкций на загрязнение в случае, когда верхний предел вредных производственных выбросов  $\bar{E}$  подбирается при помощи моделирования. Предполагаем, что общее благосостояние и в России является функцией дохода  $I$  и уровня загрязнения  $P$ :

$$u = u(I, P), \quad u_I > 0, \quad u_P < 0. \quad (10)$$

Доход  $I$  представляет собой сумму дохода производителя (включая стоимость безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение), доходов государства и чистого дохода от активов за рубежом (дохода на капитал, вкладываемый за рубежом за вычетом ренты, выплаченной за иностранный капитал, вкладываемый в Россию). Потребительский избыток отсутствует, поскольку спрос предполагаем бесконечно эластичным. Пусть  $\alpha$  – часть запаса капитала, являющегося собственностью России. Чистые зарубежные активы России составят тогда  $\alpha \bar{K} - k^h$ , и чистый финансовый доход России устанавливается следующим образом:  $R(\alpha \bar{K} - k^h)$ . Предположим, что государство имеет возможность финансировать бюджет заданной величины. Через  $\lambda$  обозначим предельные затраты государственных средств. Тогда один рубль доходов государства эквивалентен  $1 + \lambda$  рублям доходов от частного сектора.

При обсуждении глобальной проблемы сохранения окружающей среды и зарубежные, и отечественные вредные выбросы являются совершенными субститутами, так как при анализе глобального влияния на окружающую среду не имеет особенного значения, в какой из стран произошли вредные выбросы. При анализе же локальных экологических проблем важно, где имели место вредные выбросы. Представим уровень вредных выбросов в нашей стране в виде  $P = eh + \gamma ef$ , где константа  $\gamma$  может принимать значение в интервале  $[0, 1]$ . Глобальной экологической проблеме будет соответствовать значение  $\gamma = 1$ , а строго локальной проблеме сохранения окружающей среды соответствует  $\gamma = 0$ . Тогда общественное благосостояние в России может быть представлено следующим образом:

$$u = u[I, P] = u[F^h(k^h, e^h) - (W + p)e^h + pqk^h + R(\alpha \bar{K} - k^h) + (1 + \lambda)p(\bar{E} - k^h q), \bar{E} + \gamma ef]. \quad (11)$$

Государство выбирает границу вредных производственных выбросов  $\bar{E}$  и количество безвозмездных санкций на загрязнение  $q$  из условия максимизации общественного благосостояния (11). Условия первого порядка существования максимума можно представить следующим образом:

$$u_I \left[ -(1+\lambda)pq \frac{dk^h}{dq} - \lambda \left( pk^h - \frac{dp}{dq} (\bar{E} - k^h q) \right) + \frac{dR}{dq} (\alpha \bar{K} - k^h) \right] + u_P \left[ \gamma \frac{de^f}{dq} \right] = 0, \tag{12}$$

$$u_I \left[ -(1+\lambda)pq \frac{dk^h}{d\bar{E}} + (1+\lambda)p + \lambda \frac{dp}{d\bar{E}} (\bar{E} - k^h q) + \frac{dR}{d\bar{E}} (\alpha \bar{K} - k^h) \right] + u_P \left[ 1 + \gamma \frac{de^f}{d\bar{E}} \right] = 0. \tag{13}$$

В уравнении (12) чистые издержки, связанные с выдачей безвозмездных санкций на загрязнение в расчете на единицу капитала, подразделяются на три составляющие: издержки неэффективного применения капитала; издержки, связанные с потерями доходов государства; выгоды или потери при трансформировании условий реализации капитала на международном рынке. В лучшем случае эти издержки должны будут уравниваться чистыми выгодами от снижения трансграничных опасных производственных выбросов. Уравнение (13), показывающее максимальные затраты и предельные выгоды от изменения верхней границы опасных выбросов в нашей стране, интерпретируется аналогично.

Уравнение (13) целесообразно упростить, применяя уравнения сравнительной статики (6). Чтобы упростить уравнение (13), необходимо обусловить равновесные эффекты изменений верхней границы опасных производственных выбросов  $\bar{E}$ . Дифференцирование уравнений (3), (4), (5) по  $\bar{E}$  приводит к следующим полученным соотношениям:

$$\frac{dk^h}{d\bar{E}} = \frac{1}{H} F_{ee}^f (F_{ke}^h + F_{ee}^h q), \tag{14}$$

$$\frac{de^f}{d\bar{E}} = \frac{1}{H} F_{ke}^f (F_{ke}^h + F_{ee}^h q), \tag{15}$$

$$\frac{dR}{d\bar{E}} = -\frac{1}{H} \theta^f (F_{ke}^h + F_{ee}^h q), \tag{16}$$

$$\frac{dp}{d\bar{E}} = -\frac{1}{H} (F_{ee}^f \theta^h + F_{ee}^h \theta^f). \tag{17}$$

Разрешим теперь уравнения (12) и (13) относительно  $p$  и  $q$  с применением уравнений (6) и (14)–(17). Оптимальная политика в отношении санкций на загрязнение устанавливается следующим образом:

$$p^* = \frac{-u_P - u_I \lambda (F_{ee}^h \bar{E} + F_{ke}^h k^h)}{(1+\lambda)u_I}, \tag{18}$$

$$q^* = \frac{1}{\mu} \left[ u_P \gamma \frac{F_{ke}^f}{F_{ee}^f} - u_I \frac{\theta^f}{F_{ee}^f} (\alpha \bar{K} - k^h) + u_I \lambda \left[ F_{ke}^h \bar{E} + \left( \frac{\theta^f}{F_{ee}^f} + F_{kk}^h \right) k^h \right] \right] \tag{19}$$

где  $\mu \equiv -u_P - u_I \lambda (F_{ee}^h \bar{E} + F_{ke}^h k^h)$ .

Уравнение (18) показывает, что, если максимальные затраты средств государства равны нулю ( $\lambda = 0$ ), оптимальный максимум вредных выбросов устанавливается стандартным образом: предельные издержки сокращения вредных выбросов  $p$  должны равняться максималь-

ным внешним ущербам от загрязнения ( $-u_P / u_I$ ). Этот результат говорит о том, что даже при наличии возможности вывода капитала и трансграничного загрязнения государство не должно снижать экологические стандарты ниже уровня, соответствующего максимальным внешним ущербам от загрязнения [3, с. 201–208]. Если  $\lambda > 0$ , по налоговым соображениям (в соответствии с (18) цена санкций на загрязнение может быть выше или ниже максимальных внешних ущербов от загрязнения.

Уравнение (19) показывает, что выражение, устанавливающее оптимальное количество безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение в расчете на единицу капитала, может быть показано в виде суммы трех составляющих компонент. Первая компонента характеризует роль бесплатно выдаваемых санкций на загрязнение как средства снижения уровня трансграничного загрязнения. Для того чтобы это утверждение было более очевидным, продифференцируем условие первого порядка для оптимального использования  $e^f$  (см. уравнение (4)). После некоторого преобразования получаем:

$$\frac{de^f}{dk^f} = -\frac{F_{ke}^f}{F_{ee}^f} \tag{20}$$

Когда применяются бесплатно распределяемые санкции на загрязнение, в зарубежную страну ввозится меньшее количество капитала. Следующее выражение  $\frac{F_{ke}^f}{F_{ee}^f}$  показывает, какое действие оказывает такое перераспределение капитала на уровень вредных производственных выбросов за рубежом. Уравнение (19) говорит о том, что, если загрязнение является трансграничным, эта компонента будет положительной, что приведет к положительному количеству безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение [4].

Вторая компонента характеризует воздействие безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение на условия торговли капиталом. Так как субсидии капиталу в России приводят к росту спроса на капитал и поэтому пытаются поднять международную ставку процента, безвозмездно выдаваемые санкции на загрязнение будут предполагать выгоды (потери) для экспортирующих (импортирующих) капитал стран. Тогда, если Россия экспортирует капитал, т. е.  $\alpha \bar{K} - k^h > 0$ , количество безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение должно быть положительным.

И последняя компонента в уравнении (19) отражает соображения фискальные и отлична от нуля только при условии  $\lambda > 0$ . Для открытой современной экономики не ясно, растут ли доходы государства наиболее эффективно посредством таких инструментов, как налоги и субсидии на капитал, в то время как субсидии оказывают непосредственное отрицательное воздействие на доходы страны, они еще могут оказывать неявное положительное воздействие, стимулируя приток капитала. Это увеличивает спрос и на другие, дополняющие вводимые ресурсы, и в том случае, когда исходные ресурсы облагаются налогами, суммарное увеличение доходов государства может превзойти исходные субсидии на капитал. В полученной нами модели субсидии на капитал увеличивают спрос на бесплатно распространяемые разрешения

на загрязнение в России, так как капитал и вводимый ресурс (использование которого приводит к производственным выбросам) взаимно дополняют друг друга. И последний член в уравнении (19) показывает, что, если степень комплементарности мала ( $F_{ke}^h$  мало), использование капитала должно быть подвержено фискальным налогам, что отвечает отрицательному количеству безвозмездных санкций на загрязнение. Однако если степень комплементарности велика, тогда по фискальным соображениям могут быть приемлемы субсидии на капитал, что соответствует положительному количеству безвозмездно выдаваемых санкций на загрязнение. Причина состоит в том, что при привлечении зарубежного капитала будет повышаться спрос на вводимый ресурс (применение которого приводит к опасным производственным выбросам) и на связанный с ним спрос на санкции на загрязнение. Поскольку

предложение санкций на загрязнение фиксировано, их цена растет, что приводит к росту доходов, получаемых от реализации санкций на загрязнение.

Утверждение 2. Оптимальное число бесплатно выдаваемых санкций на загрязнение в расчете на единицу капитала может быть как положительным, так и отрицательным. Если  $\lambda > 0$ , то значение показателя  $q^*$  положительно при условии, что загрязнение имеет трансграничный характер ( $\gamma > 0$ ) и Россия не является значительным импортером капитала ( $k^h$  незначительно по сравнению с  $\alpha\bar{k}$ ). Значение показателя  $q^*$  будет отрицательным, если трансграничное загрязнение незначительно ( $\gamma$  мало), Россия является импортером капитала ( $\alpha\bar{k} < k^h$ ) и капитал и загрязняющий вводимый ресурс не являются значительно дополняющими друг друга факторами (степень комплементарности  $F_{ke}^h$  мала).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бизякина Е. Н. Проблемы экологизации налогообложения в устойчивом социально-экономическом развитии // Экономика и математические методы. 2008. Т. 44. № 1.
2. Шаховская Л. С., Попкова Е. Г. Новое качество экономического роста в условиях современной глобализации // Экономическая теория в XXI веке : научн. сб. Т. 1: Глобальное и национальное в экономике. М.: МГУ, 2004. Вып. 2(9).
3. Скитер Н. Н. Моделирование оптимальных налоговых платежей за производственные выбросы // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2011. № 1 (14). С. 201–207.
4. Наталуха И. А., Иноземцева С. А. Оптимальная экологическая политика в условиях международной мобильности капитала [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами. 2009. № 1 (17). № рег. статьи 0066. Режим доступа: <http://uecs.mcnp.ru> (дата обращения: 15.09.2011).

### REFERENCES

1. Bizyakina E. N. Issues of ecologization of taxation at the stable social and economic development // Economics and mathematical methods. 2008. V. 44. # 1.
2. Shakhovskaya L. S., Popkova E. G. New quality of economic growth in the conditions of the modern globalization // Economic theory in XXI century: scientific collection. V. 1. Global and national in the economics. M.: MGU, 2004. Issue 2(9).
3. Skiter N. N. Modeling of optimal tax payments for production emissions // Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2011. # 1 (14). P. 201–207.
4. Natalukha I. A., Inozemtseva S. A. Optimal environmental policy in the conditions of international mobility of capital [Electronic resource] // Management of economic systems. 2009. # 1 (17). Registration number of the article is 0066. Access mode: <http://uecs.mcnp.ru> (date of viewing: 15.09.2011).

УДК 332.3  
ББК 65.32

**Зяц Ольга Александровна,**  
соискатель каф. информатики и основ научных исследований,  
старший преподаватель каф. информационных систем и технологий  
Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии,  
г. Волгоград,  
e-mail: OlgaAZ15@Gmail.com

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛИЧНОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

### RESEARCH OF RECURRENCE OF PRODUCTIVITY OF THE GRAIN CROPS OF VOLGOGRAD REGION BY THE METHOD OF SPECTRAL ANALYSIS

*Рассматривается характер хронологических колебаний урожайности основных зерновых культур Волгоградской области и возможности его учета для прогнозирования. Для выявления циклической компоненты*

*в динамике урожайности проведен спектральный анализ этих рядов за период 1950–2009 гг. Спектральный анализ применяется при исследованиях экономического цикла и основан на использовании функции, которая ха-*