EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 21. KÕIDE
ÜHISKONNATEADUSED. 1972, NR. 3

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 21
ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ. 1972, № 3

https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1972.3.03

Ю. ЭННУСТЕ

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ И ДИСПЕРСИЙ ПАРАМЕТРОВ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

В статье поясняются вопросы прогнозирования средних значений и дисперсий параметров задачи оптимального планирования производственной системы. Особое внимание уделено построению целевой функции, включающей несколько показателей, с аппроксимизацией эмпирической функции предпочтения экономического руководителя. В завершение затрагиваются вопросы точности вычислений.

1. Введение

Значения экономических параметров в будущем для плановика в принципе величины случайные, что следует учитывать при составлении надежного плана. В противном случае в план могут попасть необоснованно рискованные или чрезмерно консервативные альтернативы действия. Описание же случайных величин с помощью законов распределения слишком осложняет задачу. Нам представляется, что при характеристике случайности значений параметров задачи оптимального планирования в качестве первого приближения можно успешно использовать дисперсии [1–3]. Уже это позволит выявить оптимальные приемы борьбы со случайностью как путем добывания дополнительной информации (конечно, за счет дополнительных затрат), так и созданием запасов [3]. Но в связи с использованием средних значений и дисперсий возникает вопрос о прогнозировании этих значений при системе балансовых ограничений и при целевой функции. И, очевидно, в обоих случаях надо исходить из различных методологических позиций. Причину этого объясняет следующее рассуждение.

Уровень объяснения какого-либо явления с помощью определенной теории характеризуется тем, опирается эта теория на эмпирические утверждения или на анализ теоретически обоснованных моделей явлений. Нужно стремиться к последнему. Об экономической науке можно сказать, что в части теории производства уровень аналитичен (в приведенном выше значении) и при построении моделей поведения производственных единиц целесообразно исходить из теоретических соображений. Эмпирика здесь сводится к измерению параметров моделей. В настоящей работе в отличие от привычного мы исследуем не только вопросы оценки средних значений этих параметров, но и оценки их дисперсий.

Но теория об экономических целях находится еще на эмпирическом уровне. Отсутствуют удовлетворительные теории для взвешивания экономических целей между собой и выявления временных предпочтений. Таким образом, теоретические концепции о критериях развития экономики практически обычно сводятся к построению целевых функций с одним показателем и без дисконтирования. Но последние не обеспечивают взаимной пропорциональности целей, вследствие чего достоверность решения снижается. Поэтому в настоящей работе рассматривается построение целевой функции с несколькими показателями путем аппроксимизации эмпирической функции предпочтения экономического руководителя. Для этого представлена схема интервьюирования экономического руководителя.

И как уже сказано, в конце статьи даны примечания к выбору количества числовых знаков, целесообразного для записи параметров.

2. О прогнозировании средних значений и дисперсий технико-экономических показателей системы ограничений

Принципы прогнозирования будущих значений технико-экономических показателей в общем можно разделить на эконометрическое экстраполирование и применение структурного анализа значения параметра. В первом случае для оценки изменения будущего значения параметра используется влияние сложившихся тенденций и факторов; во втором прогнозирование ведется на основе более широкой модели, которая учитывает возможность появления новых факторов и их ожидаемую эффективность в результате анализа соответствующих экспериментов. Последний метод более надежен, но и более трудоемок, поэтому это направление практически сводится к использованию воображаемой экспертом модели или экспертному анализу. При этом эконометрический анализ значений параметра с помощью аппаратуры математической статистики служит хорошим основанием для формирования экспертных оценок.

Рассмотрим вначале прогнозирование значений параметров с помощью регрессионного анализа, а далее — объединение последнего с экспертной оценкой.

2.1. Об использовании регрессионного анализа. Обозначим технико-экономический показатель задачи в общем через y. Среднее значение его запишем в виде $E[y]$, а дисперсию — в виде $D[y]$. Числовые значения последних подлежат прогнозированию.

Предположим, что показатель y стохастически зависит от r факторов $z_1, \ldots, z_r$, причем эти факторы взаимно независимы. Вектор, составленный из указанных факторов, обозначим через $Z = (z_1, \ldots, z_r)'$. Зависимость y от Z опишем с помощью модели

$$y = f(Z, \Theta) + \varepsilon(Z),$$

где $f(Z, \Theta)$ — детерминированная зависимость, т. е. функция, а вектор $\Theta = (\Theta_1, \ldots, \Theta_p)'$ обозначает ее параметры. $\varepsilon(Z)$ является выражением случайной погрешности, так что $E[\varepsilon(Z)] = 0$ и $D[\varepsilon(Z)] = \sigma(Z)^2$. Таким образом, при выбранной модели $E[\bar{y}] = f(Z, \Theta)$ и $D[y] = \sigma(Z)^2$.

Конкретная форма модели и значения параметров оцениваются на основании данных наблюдений относительно y и Z. Пусть проведено n наблюдений: y_k, Z_k, $k = 1, \ldots$ $\ldots, n$, где $Z_k = (z_{1k}, \ldots, z_{rk})'$.

Необходимо заметить, что в общем наблюдения за народнохозяйственными показателями уникальны. Одним из факторов этого является время, которое постоянно меняется (можно сказать, что y — уникальный случайный процесс). Таким образом, каждому значению y_k соответствует только одно значение Z_k. Следовательно, нет возможности непосредственно подсчитать значения $\bar{y}_k = E[y_k]$ и $\sigma^2{}_k = D[y_k]$. Указанные величины можно оценить только косвенно, причем надо отказаться от предположения, что случайная погрешность зависит от значений факторов. Регрессионный анализ предполагает, что случайная погрешность неизменна в течение всего наблюдения: $E[\varepsilon_k] = 0$ и $D[\varepsilon_k] = \sigma^2$. Далее предполагается, что оценкой $E[y_k]$ служит значение функции $f(Z_k, \hat{\Theta})$, где $\hat{\Theta}$ — оценка параметра Θ — найдено из условия минимальности дисперсии всего процесса вокруг значений функции $f(Z_k, \hat{\Theta})$. Это выражает условие:

$$\sum [y_k - f(Z_k, \hat{\Theta})]^2 \to \min.$$

Итак, для прогнозирования значений y или нахождения его оценки $\check{y}$ построена модель

$$\check{y} = f(Z, \hat{\Theta}) + \hat{\varepsilon},$$

где $\hat{\varepsilon}$ таково, что $E[\hat{\varepsilon}] = 0$ и $D[\hat{\varepsilon}] = s^2 = \sum[y_k - f(Z_k, \hat{\Theta})]^2/(n-2)$. В этой модели $\hat{\Theta}$ — случайная величина, поскольку найдена на основе случайных величин. Таким образом,

$$\hat{y} = E[\check{y}] = E[f(Z, \hat{\Theta})]$$

и

$$\sigma^2_{\check{y}} = D[f(Z, \hat{\Theta})] + s^2 = D[\hat{y}] + s^2.$$

Из последнего выражения видно, что оценка дисперсии $\check{y}$ равна сумме дисперсий оценки $\hat{y}$ и оценки s^2 дисперсии y.

Поясним это выражение следующим конкретным примером, где приближенное регрессивное уравнение является линейным: $\hat{y} = \bar{y} + (\bar{z} - z)\hat{\Theta}$. В данном случае z и $\hat{\Theta}$ — скаляры, $\bar{y} = {}^1/n \sum y_k$ и $\bar{z} = {}^1/n \sum z_k$. Теперь

$$\sigma^2_{\hat{y}} = D[\bar{y}] + (\bar{z} - z)^2 D[\hat{\Theta}] + 2\operatorname{cov}(\bar{y}, \hat{\Theta}).$$

После преобразования имеем [4]:

$$\sigma^2_{\hat{y}} = s^2[{}^1/n + (\bar{z} - z)^2/\sum(\bar{z} - z_k)^2]$$

и

$$\sigma^2_{\check{y}} = s^2[1 + {}^1/n + (\bar{z} - z)^2/\sum(\bar{z} - z)^2].$$

Составленные для ЭВМ программы регрессионного анализа обычно в числе результатов дают значения $\sigma^2_{\bar{y}} = D[\bar{y}]$ и $\sigma^2_{\hat{\Theta}} = D[\hat{\Theta}]$. На основе последних найдем, что

$$\sigma^2_{\check{y}} = s^2 + \sigma^2_{\bar{y}} + (\bar{z} - z)^2 \sigma^2_{\hat{\Theta}}.$$

Аналогично этому примеру ведется расчет дисперсии оценки $\check{y}$ при многомерном z [4].

В заключение еще одно примечание к выбору конкретной формы приближенного регрессионного уравнения. Как будет видно в следующем подпункте, члены регрессионного уравнения должны удобно поддаваться экономической интерпретации. Выполнение этого условия выдвигает дополнительные требования, прежде всего к описанию времени в уравнениях регрессии. Поясним это на примере. Пусть имеется два фактора, которые обозначим через t и v, причем первым из них является время. Теперь регрессионное уравнение можно построить по двум различным принципам: $a_0 + b_t t + b_v v$ и $a + (b + ct)v$. В первом выражении время — автономный фактор, а во втором — фактор, влияющий на эффективность фактора v. Вторая постановка имеет явно более четкое обозначение.

Пусть, например, v — фондооснащенность труда, а прогнозируется эффективность труда. Тогда во втором выражении множитель $b + ct$ показывает эффективность фондооснащенности в зависимости от времени. В первом выражении член $b_t t$ не имеет экономического объяснения. Один пример изменяющейся во времени эффективности факторов содержится в работе [5].

2.2. Об экспертных оценках. Прогнозирование значений параметров экстраполяцией с помощью регрессионного анализа прежде всего страдает двумя существенными недостатками. Во-первых, в регрессионном уравнении можно описать очень незначительное количество факторов, главным образом применяется регрессия одной переменной (время). Причина в том, что рассматриваемый объект уникален и динамичен, причем значения самих факторов во времени меняются с довольно устойчивыми тенденциями. В силу указанных обстоятельств параметры регрессионных уравнений с несколькими переменными оказываются крайне неустойчивыми, а сами уравнения — малодоверительными. Во-вторых, в случае использования принципа экстраполяции прогноз описывает только влияние факторов, действовавших в прошлом, и с тенденциями, имевшими место в прошлом. В то же время прогнозирующему известны вмешательство новых факторов и их приблизительная эффективность. Эти данные дает анализ более широких моделей народного хозяйства, экспериментов и теории. Необходимо добавить, что если эксперименты, которые мы имеем в виду, проводятся не со всем объектом, а с небольшими опытными объектами, то статистика объекта информации о них не дает.

Оказывается, что для получения доверительного прогноза числового значения параметра следует построить математическую модель, которая была бы намного шире регрессионного уравнения. Такая модель должна теоретически описать структуру формирования числовых значений параметра с учетом как связанных статистических тенденций, так и информации об их изменении, полученной из экспериментов. Однако число параметров велико, поэтому построение и решение таких более широких математических структурных моделей из-за трудоемкости пока в общем нецелесообразно. Затраты на их построение, по-видимому, превысят доходы, связанные с увеличением точности прогноза.

В практике прогнозирования экономических показателей очень эффективным оказался один нематематический тип более широкой модели, а именно модель, воображаемая экспертом. Ее можно рассматривать как исключительно гибкую модель, которая поддается решению как более точными, так и приближенными методами.

При использовании метода экспертных оценок математическое экстраполирование имеет два различных значения. Во-первых, регрессионное уравнение можно рассматривать как одну из основ для создания воображаемой модели; во-вторых, эксперт применяет воображаемую модель для корректировки результатов экстраполирования. По-видимому, второй способ подходит для прогнозирования сравнительно устойчивых параметров, а первый — для прогнозирования параметров с меняющейся структурой.

В случае воображаемой модели аналогом решения математической модели служит интервьюирование. Для нас представляют интерес прогнозы экспертов по средним значениям и дисперсиям технико-экономических показателей. Поскольку последние являются для экспертов непривычными понятиями, то с помощью непосредственного опроса невозможно получить ответы. Для косвенного опроса имеется две возможности. При первом, более точном методе результат дает субъективное распределение или точки кривой плотности распределения значений прогнозируемого технико-экономического показателя. Полученные точки затем аппроксимируют подходящей функцией распределения, на основании которой подсчитываются среднее значение и дисперсия. Второй, более приближенный метод основан на предпосылке, что в воображении эксперта существует какой-либо закон распределения, и у него следует узнать параметры, характеризующие данный показатель. Далее можно подсчитать среднее значение и дисперсию.

Принцип аппроксимации субъективного распределения ожидаемых значений технико-экономического показателя состоит в следующем [6]. Пусть $y_1, \ldots, y_p$ представляют собой возможные значения показателя, так что $y_{i+1} > y_i$. У эксперта следует узнать вероятности $P(y < y_i)$, $i = 1, \ldots, p$. Найденные таким образом вероятности аппроксимизируются подходящей функцией распределения $p(y)$. Для получения достоверного результата p должно быть достаточно велико. Однако тогда метод окажется довольно трудоемким и может использоваться только при особо важных показателях.

Основой приближенного метода служит такое наблюдение. На вопрос об ожидаемом значении показателя эксперт обычно отвечает: «Маловероятно, чтобы значение этого показателя оказалось меньше $\varkappa$ и больше μ, с наибольшей вероятностью имеют место значения $(\mu - \varkappa)/2$». Такой информации недостаточно для того, чтобы методом наименьших квадратов оценить функцию плотности распределения субъективных вероятностей, данных экспертом. Здесь следовало бы использовать принцип максимальной отрицательной энтропии [7]. Другими словами, $p(y)$ нужно выбрать с таким расчетом, чтобы значение выражения

$$-\int_{-\infty}^{\infty} p(y) \lg p(y) dy$$

достигло максимума при условиях, содержащихся в ответе эксперта. Применение этого принципа также требует расширения ответа с помощью дополнительных предположений о форме функции $p(y)$, т. е. ответ нужно дополнить априорной информацией. Практически целесообразно ограничиваться предположением, что существует какая-либо очень простая симметричная функция плотности распределения вероятностей, причем отрезок $[\varkappa, \mu]$ служит областью возможных значений показателя y, а оценкой его среднего значения является $\vec{y} = (\mu + \varkappa)/2$. Предположим, что плотность распределения представляет собой равнобедренный треугольник. Теперь угловой коэффициент боковой стороны равен $4/(\mu - \varkappa)^2$. Дисперсию находят следующим образом:

$$\sigma^2_y = (\mu - \varkappa)^2/24.$$

3. Об аппроксимизации функции предпочтения, найденной на основе опыта

О целевой функции с несколькими показателями можно сказать, что ее задачей является обеспечение наилучших пропорций между значениями целевых показателей. В этом аспекте параметры целевой функции по существу можно рассматривать как относительные весы, указывающие удельный вес того или иного показателя. Следует ли зафиксировать эти весы для аппроксимизации или поставить их в зависимость от уровня значений различных показателей (эффект взаимодействия) — зависит от желаемой точности аппроксимизации, а также от содержания показателей. Из анализа статистико-динамических рядов целевых показателей вытекает, что их значения хорошо коррелируются со временем как фактором. Это обстоятельство позволяет еще до разрешения задачи довольно точно прогнозировать ожидаемую область изменения показателей. Следовательно, целевая функция должна аппроксимизировать действительную функцию предпочтения лишь в узкой области, ввиду чего она может иметь несложную форму. Достаточно, по-видимому, полинома второй степени, причем от учета взаимодействия показателей можно отказаться.

Для нахождения конкретных числовых значений весов показателей имеется два крайних пути: теоретический анализ и аппроксимизация практики. В первом случае нужно теоретически выявить, по какой причине тот или иной показатель должен иметь определенный вес. Нам представляется, что при существующем уровне теории экономических целей это направление не приведет к результатам, которые можно использовать на практике. Первоначально здесь задача сводится к построению целевой функции с одним показателем, а остальные показатели следовало бы включить в ограничения модели [8]. Однако при такой постановке задачи практическая ценность ее решения снижается.

По-видимому, одним из лучших путей построения целевой функции с несколькими показателями пока остается аппроксимизация личных отношений предпочтения экономических руководителей, почерпнутых из опыта [9]. При этом информацию о личном отношении предпочтения руководителя следует добыть путем интервьюирования. Понятно, что целевая функция, которая получена указанным способом, имеет больше шансов повлиять на действительные экономические решения, ведь в ней выражаются фактические предпочтения экономического руководителя. В то же время решение задачи, опирающееся на какую угодно сложную теорию предпочтений, может показаться ему ненадежным.

Ниже излагается прием аппроксимизации отношений предпочтения, исходящих из опыта, который основан на использовании кривых безразличия [9]. Указанный метод уделяет особое внимание описанию взаимозаменяемости значений показателей.

Пусть число рассматриваемых целевых показателей равно l с общим индексом $k \in K = \{1, \ldots, l\}$, где K — обозначение множества индексов. Значение показателя k обозначим символом r_k, $k \in K$, причем желательно увеличение значения r_k. Вектор $r = (r_k)$, $k \in K$ назовем результатом. Далее, с использованием статистико-динамических рядов показателей $k \in K$ и регрессионного анализа прогнозируем вероятную область изменения $R = [\underline{r}, \overline{r}]$ значений показателей на плановый период, где $\underline{r}$ и $\overline{r}$ соответственно являются нижним и верхним пределами.

На основе математической теории предпочтений допустим, что экономический руководитель имеет почерпнутое из опыта отношение предпочтения к элементам r и q вероятного множества, т. е. он в состоянии сказать, предпочитает ли он результат r результату q, или не предпочитает ни одного из них (считает их для себя равноценными). Первый случай записывается в виде $r \succ q$, а второй в виде $r \sim q$. Если $r \succ q$ или $r \sim q$, то запишем $r \succcurlyeq q$ (q не предпочитается r).

Известно [10], что если множество R содержит конечное число элементов и отношением предпочтения какого-либо лица они ставятся в конечную последовательность (которая должна удовлетворять определенным требованиям рационального выбора [11]), то результатам $r, q, \ldots$ можно присвоить такие числовые значения предпочтения $v(r)$, $v(q)$, ..., чтобы $r \succcurlyeq q$, тогда и только тогда, если $v(r) \geqslant v(q)$ и $r \sim q$, если $v(r) = v(q)$. Функция $v(r)$ называется функцией предпочтения данного лица.

Один из путей аппроксимизации функции личного предпочтения заключается в следующем. На основании теории планирования эксперимента [12] в множестве R устанавливается подходящее число элементов, которые послужат экспериментальными, или примерными, результатами. Задача интервьюируемых состоит в том, чтобы поставить эти результаты в последовательность предпочтения и присвоить каждому из них числовое значение, характеризующее степень предпочтения. В математической теории полезности это в общем делается с помощью так наз. гипотезы о лотерее [13]. Введение лотереи, видимо, обосновано тем, что у индивида чувство риска выражается явно лучше, чем предпочтение. Путем обработки результатов с помощью регрессионного анализа можно найти приближение к функции предпочтения.

Необходимо отметить, что изложенный метод применяется главным образом для построения целевых функций с одним показателем, но при несколько большем числе целевых показателей индивиду уже не под силу ставить примерные результаты в последовательность предпочтения. Особенно трудно это в случае, когда приходится учитывать эффект взаимозаменяемости значений нескольких показателей. Но для того чтобы решение целевой функции отражало такие пропорции значений целевых показателей, которые соответствуют отношению предпочтения индивида, данные эксперимента должны содержать доверительную информацию именно об эффекте заменяемости. Кажется, что использование гипотезы о лотерее в данном случае нецелесообразно.

На основе изложенного более подходящим представляется следующий эксперимент. Эффект заменяемости исследуется путем построения кривых безразличия функций предпочтения (такая идея приводится в работе [9]). Для упрощения опроса рекомендуется выявить эффект взаимозаменяемости только двух показателей. Кривые безразличия строятся на нескольких уровнях предпочтения, устанавливаемых на базе преобладающих результатов. Числовое значение, выражающее уровень предпочтения поверхности безразличия, определяется путем непосредственного опроса.

Вот более точное описание эксперимента. Сначала на основе теории эксперимента из множества R выбирают подходящее число h взаимно преобладающих элементов. Наилучшему из них в качестве характеристики уровня предпочтения присваивается числовое значение 100, а наихудшему — 0. Затем опрашиваемый должен по этой шкале присвоить числовые значения промежуточным результатам. Для полученных таким способом уровней предпочтения строятся соответствующие поверхности. Начинают с варьирования значения первого показателя на данной поверхности, причем опрашиваемый должен определить соответствующие восполняющие изменения в уровне второго показателя (уровни остальных показателей остаются зафиксированными). Для указанных изменений можно определить только интервал. Далее определяются изменения вплоть до последнего показателя. Затем варьируют уровень второго показателя и восполняют его аналогично. В случае, когда число показателей равно l, а число уровней варьирования каждого показателя — p, общее число задаваемых индивиду вопросов составляет $h(p-1)\sum_{g=1}^{l}(l-g)+h-2$. Для нахождения функции предпочтения группы следует провести опрос каждого ее члена.

Получим множество примерных результатов $r^1, r^2, \ldots$ и соответствующие значения $v_1, v_2, \ldots$ функции предпочтения. Приближение к функции предпочтения определяется методом наименьших квадратов: $\sum(v_i-\hat{v}(r^i))^2 \to \min$. Из последнего условия можно найти средние значения и дисперсии параметров целевой функции $\hat{v}(r)$.

4. О точности вычислений

Верхний и нижний пределы точности вычислений определены следующими обстоятельствами. В подавляющем большинстве случаев числовые значения параметров задачи устанавливаются на основе экспертных оценок. Таким образом, исходные данные довольно приближенны. Отсюда вытекает, что приближенны и результаты вычислений. Поэтому часть знаков в результате доверительна, часть сомнительна, а часть бессмысленна. Последние следует исключить из вычислений. Тем самым число знаков результата ограничено сверху.

С другой стороны, если результаты вычислений мало влияют на фактические экономические решения (предварительные расчеты), то точность вычислений можно снизить для экономии времени и труда. Чрезмерно сокращенные расчеты, конечно, могут оказаться совершенно бесполезными. Тем самым число знаков результата ограничивается снизу.

В качестве предосторожности допустим, что верхние пределы относительной погрешности числовых ответов $(\varkappa, \mu)$, полученных с помощью экспертных оценок, равны 5%. На этом основании верхний предел погрешности $\overline{y}$ также приблизительно равен 5%. Поэтому имеет смысл оставить в записи только два знака (умноженных на показатель порядка), а остальные отбросить.

При подсчете дисперсии обычно прежде всего нужно вычислить разницу $\mu-\varkappa$. Как известно, относительная погрешность разницы в несколько раз превышает относительные погрешности первоначальных данных. Допустим, опять с осторожностью, что верхний предел относительной погрешности вдвое больше, т. е. равен 10%. Затем разница возводится в степень, теперь верхний предел относительной погрешности достигает уже 20%. Следовательно, в записи дисперсии имеет смысл только один знак.

Далее на основании этих данных определяется оптимальный план, в ходе чего производится ряд вычислений. Разбор относительной погрешности этих операций выходит за рамки данной работы. Во всяком случае ясно, что результаты не могут быть точнее первоначальных данных. Следовательно, для их описания при среднем значении достаточно двух знаков, а при дисперсии — одного.

Необходимо заметить, что верхний предел относительной точности работы эксперта одинаков при оценке как маловажных, так и очень существенных параметров. Отсюда ясно, что для получения более доверительного результата задачу следовало бы построить с таким расчетом, чтобы все их параметры имели возможно одинаковый вес.

Другими словами, нужно стремиться к тому, чтобы одинаковая относительная погрешность, допущенная при их определении, привела к одинаковому урону от неточности плана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Юдин, Новые подходы к стохастическому программированию. Экономика и математические методы, 1968, 4, 6, 907—919.
2. G. Magnússon, Production under Risk. Uppsala, 1969.
3. Ü. Ennuste, Uncertainty, Information and Decomposition in the Planning of a Production System. Economics of Planning, 1969, 9, 3, 258—266.
4. N. Draper, H. Smith, Applied Regression Analysis. New York, Wiley, 1966.
5. Б. Седелев, Многофакторная статистическая модель связи между динамическими рядами с переменными эффективностями факторов. Тезисы докладов и выступлений на симпозиуме по моделированию народного хозяйства. Новосибирск, 1970.
6. R. Schlaifer, Analysis of Decisions under Uncertainty. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1969.
7. E. Jaynes, Prior Probabilities. IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, 1968, Vol. SSC-4, 3, 227—241.
8. Ü. Ennuste, On Optimality Criteria for Production Systems. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Ühiskonnateadused, 1969, 18, 2, 99—104.
9. I. Tinbergen, Economic Policy: Principles and Design. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1967.
10. P. Fishburn, Additive Utilities with Finite Sets. Applications in the Management Sciences. Naval Res. Logist. Quart., 1967, 14, 1, 1—13.
11. P. Fishburn, Utility Theory. Management Science, 1968, 14, 5, 335—378.
12. I. Petersen, Katsete planeerimine. Tallinn, 1966.
13. C. Churchman, Prediction and Optimal Decision. Philosophical Issues of a Science of Values. Prentice Hall, New York, 1961.

Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
26/X 1971

Ü. ENNUSTE

OPTIMAALSE PLANEERIMISE ÜLESANDE PARAMEETRITE KESKVÄÄRTUSTE JA DISPERSIOONIDE PROGNOOSIMISEST

Resümee

Selgitatakse optimaalse planeerimise ülesande parameetrite keskväärtuste ja dispersioonide prognoosimise võimalusi. Erilist tähelepanu osutatakse mitmenäitajalise sihifunktsiooni koostamisele kogemuslike eelistusfunktsioonide aproksimeerimise abil. Lõpuks selgitatakse arvutustäpsuse küsimusi.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut

Toimetusse saabunud
26. X 1971

Ü. ENNUSTE

ON PREDICTION MEANS AND VARIATIONS OF AN OPTIMAL PLANNING PROBLEM

Summary

Methods connected with the prediction of means and variations of an optimal planning problem are discussed and some practical conclusions drawn. Special attention is paid to the estimation of parameters of a target function by approximating intuitive preference relations. Lastly, the necessary precision of the data is explained.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Economics

Received
Oct. 26, 1971