

## Об использовании математической модели при информационной поддержке принятия решения во ФСИН России

**А.В. ЛЕБЕДЕВ** – начальник лаборатории НИИИТ ФСИН России, кандидат физико-математических наук;

**А.А. БАБКИН** – начальник кафедры информатики и математики ВИПЭ ФСИН России, кандидат педагогических наук;

**О.А. ШАХОВ** – начальник инженерно-экономического факультета ВИПЭ ФСИН России, кандидат технических наук, доцент

В работе предпринята попытка канонической формулировки задачи принятия управленческого решения в УИС на примере контроля дисциплины ее сотрудников. В качестве формального математического аппарата применялись методы математической статистики, в частности корреляционный анализ и множественная линейная регрессия. Анализ полученных уравнений показал присутствие мультиколлинеарности входящих в них параметров. В качестве критерия, позволяющего отобрать факторы, составляющие модель, была выбрана максимизация частных парных корреляций указанных факторов.

Ключевые слова: управленческое решение; корреляционный анализ и множественная линейная регрессия; мультиколлинеарность.

## About use of mathematical model with information support of decision-making in Russian Penal Service

**A.V. LEBEDEV** – the chief of laboratory of Scientific research institute of information technology of Federal Agency of execution of punishments of Russia, the candidate of physical and mathematical sciences, the lieutenant colonel of internal service;

**A.A. BABKIN** – the chief of chair of computer science and mathematics of the Vologda institute of the right and economy of Federal Agency of execution of punishments of Russia, the candidate of pedagogical sciences, the captain of internal service;

**O.A. SHANOV** – the chief of engineering-economic faculty of the Vologda institute of the right and economy of Federal Agency of execution of punishments of Russia, the candidate of technical sciences, the senior lecturer, the colonel of internal service.

In our work it was taken steps of canonical formulating problems to adopt administrative decision in Criminal and Executive system based on establishing control over employees discipline engaged in CES. As a formal mathematic apparatus mathematic statistical methods were used in particular correlative test and plural regress analyze of obtain equation showed the presence of multicorrelative of parameters in them. As a criterion allowing to choose factors which are parts of model maximization of particular correlative factors including in model was chosen.

Key word: administrative decision; correlative test and plural regress analyze; multicorrelative of parameters.

Сознательная деятельность человека неразрывно связана с планированием, предвещающим и определяющим все его целенаправленные действия. Любой процесс планирования можно представить в виде последовательности действий или комплекса процессов принятия решений, лю-

бой отдельной задачи (независимо от его масштаба и уровня), или разложения на иерархию подзадач (если она слишком громоздка).

ФСИН России можно отнести к большим и сложным системам. При планировании и прогнозировании деятельности УИС ха-

рактар, степень неопределенности, число учитываемых факторов, конкретный вид критериев выбора альтернатив, процедура решения будут существенно зависеть от содержания, масштаба и временного интервала решаемой задачи. Однако методологическая общность канонической постановки и принципов решения задачи является важной предпосылкой единого подхода к совершенствованию процессов планирования и прогнозирования.

Под задачей в канонической форме будем понимать логическое высказывание вида: «Дано  $V$ , требуется  $W$ » или же в форме краткой записи  $\langle V, W \rangle$ .

В первом приближении заданные условия включают в себя множество состояний  $V$  объекта, в котором он находится в настоящий момент времени, и множество состояний  $W$  объекта, в которое необходимо перевести (желаемое состояние объекта). Это желаемое состояние необязательно является единственным и может представлять из себя последовательность состояний во времени. Решение задачи – это набор (множество) операторов, применяя которые в определенном порядке (алгоритме), мы переходим от текущего состояния к желаемому<sup>1</sup>.

Качество процесса принятия решений находится в прямой зависимости от полноты учета всех факторов, существенных для возникших последствий. Кроме того, орган принятия решений часто вынужден действовать в условиях неопределенности, потому что обладает меньшим количеством информации, чем это необходимо для целесообразной организации его действий. Частичное либо полное снятие неопределенности может быть достигнуто за счет имеющейся или дополнительно получаемой органом принятия решений информации.

Неопределенность в указанном процессе обусловлена недостаточной надежностью и количеством информации, на основе которой соответствующий орган осуществляет выбор решения. Существуют различные виды неопределенности. В общем случае, не претендуя на полноту, можно указать следующие наиболее часто встречающиеся виды:

1) неопределенность, генерированная общим числом объектов или элементов, включенных в ситуацию, например при числе элементов порядка большего, чем  $10^6$ ;

2) вызванная недостатком информации и ее достоверности в силу технических, социальных и иных причин;

3) порожденная слишком высокой или недоступной платой за определенность;

4) порожденная органом принятия решений в силу недостатка его опыта и знаний факторов, влияющих на принятие решений;

5) связанная с ограничениями в ситуации принятия решений (ограничения по времени и элементам пространства параметров, характеризующих факторы принятия решений);

6) вызванная поведением среды или противника, влияющих на процесс принятия решения.

Наличие такой неопределенности изначально свидетельствует о сложности проблемы оценивания деятельности подразделений ФСИН России и требует использования для ее решения системного подхода, основанного на разумном сочетании современных математических методов, богатого опыта специалистов-практиков и научных работников.

Как мы уже показали, при постановке задачи главное внимание уделяется анализу и выделению множества состояний  $V$  объекта, в котором он находится в настоящий момент времени, и множества состояний  $W$  объекта, в которое необходимо перевести. Причем, как правило, набор элементов, входящих в эти множества, одинаков на протяжении достаточно долгого времени (10–15 лет) и отличается лишь его значениями в соответствующие моменты.

В общем случае это не всегда верно, поскольку задача формулируется в определенный момент времени, которому соответствуют определенные условия; при выявлении дополнительных условий изменятся и условия задачи. В качестве примера приведем ситуацию, когда еще 10 лет назад условия безопасности исправительного учреждения предусматривали лишь ограничения на проводную связь, то есть позвонить за пределы учреждения можно было лишь из административного здания, куда вход осужденным априори не возможен. В настоящее время приходится противодействовать уже беспроводной связи и Интернету, когда точкой выхода или же получения сигнала может стать практически любое место в исправительном учреждении.

Поскольку процедура решения задачи сильно зависит от формулировки и структуры самой задачи, нам необходимо вернуться к канонической формулировке и детализировать ее применительно к социально-экономической системе – УИС.

Детализацию представим в следующем виде:

«Дано  $Y, Z, D, S, U$ , требуется  $W$ »,

где  $Y$  – множество «управляемых» начальных условий или же входов;

$Z$  – множество «неуправляемых» начальных условий или же входов;

$S$  – множество исходов (или же конечных результатов), то есть результатов взаимодействия управляемых и неуправляемых факторов;

$D$  – множество операторов, отражающих  $Y^*Z$  на  $S$ ; содержательно это множество характеризует сам акт взаимодействия управляемых и неуправляемых факторов;

$W$  – цель выбора подмножества из  $S$ ;

$U$  – множество критериев оценки.

Проиллюстрируем это определение применительно к задаче контроля дисциплины сотрудников УИС.

Как известно, качество построения модели ситуации определяется следующими основными факторами:

1. Наличие исходных качественных данных, описывающих изменение показателей за достаточно длительный промежуток времени.

2. Учет других факторов, косвенно влияющих на величину ситуации (так называемых объясняющих переменных).

В указанном случае в качестве  $Y$  целесообразно выбрать характеристики кадрового ресурса, которыми могут выступить следующие показатели:

1) количество работающих женщин в УИС;

2) количество сотрудников УИС с высшим образованием;

3) количество сотрудников УИС со средним специальным образованием;

4) количество сотрудников УИС со средним общим образованием;

5) количество сотрудников УИС в возрасте до 30 лет;

6) количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы до 1 года;

7) количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы от 1 года до 3 лет;

8) количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы от 3 до 10 лет.

В качестве  $Z$  – множества «неуправляемых» или «трудно управляемых» начальных условий или же входов – целесообразно выбрать следующие показатели:

1) денежное довольствие сотрудников УИС;

2) количество должностей сотрудников по штату;

3) количество сотрудников УИС по факту;

4) некомплект;

5) количество сотрудников УИС, принятых за отчетный период;

6) количество сотрудников УИС, уволенных за отчетный период.

$S$  – множество исходов (или же конечных результатов), то есть результатов взаимодействия управляемых и неуправляемых факторов, в качестве которых выбираются показатели, характеризующие случаи деструктивного поведения сотрудников УИС.

Наконец,  $W$  должно задать требования, предъявляемые к сотрудникам для снижения уровня их деструктивного поведения.

$D$  – множество операторов, отражающих  $Y^*Z$  на  $S$ , не было показано в рассматриваемой модели по причине отсутствия исходных данных (они наличествовали за 1 год), но в качестве  $D$  можно было бы использовать стимулирующие сотрудников УИС факторы, а именно: материальное поощрение, награды, социальные льготы и т.д.

В качестве исследуемой системы нами рассматривалось состояние дисциплины сотрудников УИС, а в качестве исследуемого фактора – показатель «осуждено сотрудников в отчетном периоде», который имеет квартальную периодичность, однако для проведения предварительного анализа мы остановились на годовой периодичности, поскольку большинство объясняющих факторов имеет соответствующую привязку.

Включение в модель такого объясняющего фактора, как «денежное довольствие сотрудников УИС», первоначально не принесло результата, так как между показателями «осуждено сотрудников в отчетном периоде» и «денежное довольствие сотрудников УИС» была установлена корреляция на уровне 0,2, что отвечает значению, соответствующему очень слабой корреляции (сила зависимости) и положительной корреляции (направление зависимости).

Полученный результат не удовлетворял нас, поскольку его можно трактовать следующим образом: между количеством осужденных сотрудников УИС и уровнем их денежного довольствия существует зависимость следующего вида: чем больше денежное содержание сотрудников УИС, тем больше преступлений они совершают, хотя она и носит очень слабый характер.

Существенно исправить ситуацию удалось после вычисления такого параметра, как «отношение денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране». Корреляция между показателем «осуждено сотрудников в отчетном периоде» и указанным выше составила минус 0,58, что свидетельствует о средней корреляции с отрицательной зави-

симостью. Таким образом, можно сформулировать гипотезу о наличии взаимосвязи между количеством осужденных сотрудников УИС и отношением денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране. Эта зависимость имеет среднюю силу и может трактоваться следующим образом: чем больше величина указанного отношения (то есть, чем ближе величина денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране (в идеале она даже может быть больше, чем средняя начисленная заработная плата по стране)), тем меньше осужденных сотрудников УИС мы имеем при прочих равных условиях.

Поскольку между показателями «число должностей сотрудников по штату» и «число сотрудников УИС по факту» была обнаружена корреляция на уровне 0,9, то один из указанных показателей было решено исключить из модели<sup>2</sup>.

Ввиду того, что между показателями «осуждено сотрудников в отчетном периоде» и «число сотрудников УИС по факту» была установлена отрицательная корреляция на уровне минус 0,46, а наличие такой зависимости необъяснимо, для дальнейшего включения в модель было решено учесть косвенное влияние на исследуемый показатель «число сотрудников УИС по факту». Для этого мы сначала вычислили количество осужденных сотрудников УИС в расчете на 1 тыс. чел. по факту, а затем корреляцию между указанным отношением и отношением денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране, которая практически не изменилась по сравнению с предыдущим расчетом и составила минус 0,56.

Исследование не установило наличия взаимосвязи между некомплексом среди личного состава и уровнем совершенных преступлений (минус 0,07 для абсолютных значений и минус 0,05 для относительных). Достаточно слабая корреляция была установлена также между некомплексом и денежным довольствием сотрудников УИС – 0,38, что, по всей видимости, можно объяснить влиянием большого некомплекта в отдельных областях на ситуацию по стране в целом.

Таким образом, взаимосвязь указанных факторов может быть исследована более тщательно только на уровне территориальных органов, а в нашем случае такой фактор, как некомплекс личного состава, не должен учитываться при составлении модели.

Поскольку между относительным уровнем осужденных и показателем «число работающих женщин в УИС» была установлена корреляция на уровне минус 0,21, нами решено данный показатель было оставить в модели<sup>3</sup> (для абсолютных значений осужденных корреляция составила минус 0,17).

Рассмотрение таких показателей, как количество сотрудников УИС с высшим образованием, средним специальным образованием, средним общим образованием, привело нас к следующим выводам:

1. Все три показателя достаточно сильно коррелированы между собой. Следовательно, для вхождения в модель из трех показателей должен быть отобран только один.

2. Наивысшую корреляцию с количеством осужденных сотрудников УИС имеет такой показатель, как «число сотрудников УИС со средним общим образованием» (минус 0,46 для абсолютных значений и минус 0,43 для относительных).

3. Корреляция с количеством осужденных сотрудников УИС носит отрицательную направленность для показателя «число сотрудников УИС со средним специальным образованием» и положительную направленность для показателя «число сотрудников УИС с высшим образованием».

Мы имеем достаточно неожиданную гипотезу: низкий уровень образования сотрудников УИС способствует нормализации криминогенной обстановки среди личного состава (хотя зависимость и очень слаба).

Обнаруженная высокая (на уровне минус 0,79) корреляция между возрастом сотрудников УИС и количеством осужденных сотрудников УИС позволяет выдвинуть следующую гипотезу: среди лиц, осужденных за совершение преступлений, преобладает численность сотрудников в возрасте более 30 лет.

По показателям количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы до 1 года, от 1 года до 3 лет, от 3 до 10 лет, установлена сильная корреляция между 1 и 2 показателем (на уровне 0,73), тогда как 1 и 3 и 2 и 3 показатели коррелированы слабо (минус 0,19 и минус 0,18 соответственно).

Корреляция между количеством осужденных сотрудников и показателем 1 выражена слабо, тогда как корреляция между количеством осужденных сотрудников и показателями 2 и 3 имеет среднюю силу и отрицательную направленность (минус 0,59 и минус 0,55 соответственно), что косвенно подтверждает гипотезу о том, что среди осужденных за совершение престу-

плений преобладают лица зрелого возраста (старше 30 лет) и имеющие стаж работы более 10 лет.

Между показателями «уволено со службы» и «принято на службу в текущий период» обнаружена достаточно слабая корреляция (на уровне 0,44). Корреляция между указанными показателями и количеством осужденных сотрудников выражена слабо (минус 0,31 и минус 0,34) и имеет отрицательную направленность, что также подтверждает гипотезу о совершении преступлений сотрудниками УИС, имеющими значительный стаж работы. Помимо этого, обнаружена корреляция средней силы между отношением денежного довольствия в УИС и среднемесячной начисленной заработной платой по стране и числом лиц, принятых на службу в УИС. В связи с этим можно высказать предположение о том, что одним из основных факторов, влияющих на приток принимаемых на службу сотрудников, является уровень денежного довольствия в УИС, хотя сила зависимости свидетельствует о наличии и других факторов.

Применяя метод наименьших квадратов, можно записать уравнение линейной регрессии для показателей «осуждено сотрудников в отчетный период в расчете на 1 тыс. чел.» и «отношение денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране» в следующем виде:

$$y = -0,242 \cdot x + 0,268,$$

где в качестве зависимой величины выступает показатель «осуждено сотрудников в отчетный период в расчете на 1 тыс. чел.», а переменной – показатель «отношение денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране».

Коэффициент детерминированности для данной модели достаточно мал и составляет 0,32, то есть однофакторная модель не имеет достаточной корреляции с эмпирическими данными.

Однако интерпретация даже такого упрощенного уравнения показывает, что при денежном довольствии сотрудников УИС, находящемся на уровне средней начисленной заработной платы по стране (положим их отношение равным 1), мы будем иметь остаточный уровень преступности среди них величиной 0,026 преступлений в расчете на 1 тыс. чел. личного состава, что соответствует примерно 7 преступлениям в год. При этом качество модели таково, что мы можем с высокой долей вероятности утверждать, что в

указанном нами случае (при денежном довольствии сотрудников УИС, находящемся на уровне средней начисленной заработной платы по стране) количество осужденных сотрудников не должно превысить 20 чел. в год.

Из этого уравнения также видно, что только увеличение величины денежного довольствия позволит существенным образом ужесточить критерии отбора на службу и, как следствие, понизить число осужденных сотрудников УИС, хотя, как мы видим, денежное довольствие – не единственный и не определяющий фактор.

В целом для продолжения исследования мы получили восьмифакторную модель, которая даже в случае использования полинома второй степени будет очень затруднительна для интерпретации. В связи с этим, по всей видимости, следует использовать полином первой степени.

Перед разработкой общего вида модели построим еще одну однофакторную модель для фактора, имеющего одну из наибольших корреляций с показателем «осуждено сотрудников в отчетный период» в расчете на 1 тыс. чел. (количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы от 3 до 10 лет).

Для этого случая уравнение будет иметь вид:

$$y = -0,00000295 \cdot x + 0,438.$$

Следовательно, для понижения уровня осужденных сотрудников УИС мы должны наращивать ядро сотрудников со стажем от 3 до 10 лет до величины 150–180 тыс. чел., хотя и в этом случае коэффициент детерминированности для данной модели достаточно мал и составляет 0,31.

Неудовлетворительное качество полученных уравнений делает необходимым введение таких измерителей статистической связи, которые были бы очищены от опосредованного влияния других переменных и давали бы оценку степени тесноты и силы интересующей нас связи между величинами при условии, что значения всех остальных переменных зафиксированы на некотором постоянном уровне. В этом случае говорят о статистическом анализе частных (или «очищенных») связей и используют частные коэффициенты корреляции<sup>4</sup>.

В частности, для двухфакторного случая имеем:

$$r_{1(2)} = \frac{r_{12} - r_{10} r_{20}}{\sqrt{(1 - r_{10}^2) \cdot (1 - r_{20}^2)}},$$

где  $r_{01}$  – парный коэффициент корреляции между зависимым фактором и первой переменной;  $r_{02}$  – парный коэффициент корреляции между зависимым фактором и второй переменной;  $r_{12}$  – парный коэффициент корреляции между первой и второй переменными.

Последовательно применяя к излишним переменным все новые признаки из рассматриваемого набора, можно получить рекуррентные соотношения для подсчета частных коэффициентов корреляции. Так, например, для случая трех факторов имеем:

$$r_{0(3)} = \frac{r_{0(2)} - r_{0(2)}r_{1(2)}}{\sqrt{(1-r_{0(2)}^2) \cdot (1-r_{1(2)}^2)}}.$$

На практике возможен расчет частных коэффициентов корреляции лишь для двухфакторных моделей, даже в случае трех влияющих факторов указанный расчет представляет значительную сложность.

Используя программное средство SPSS, вычисляем частную корреляцию между показателем «осуждено сотрудников в отчетный период» в расчете на 1 тыс. чел. и отношением денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране. В результате коэффициент корреляции составил минус 0,646, что существенно выше, чем в случае парной (нечастной) корреляции.

Рассчитав частную корреляцию между указанными показателями при исключении показателей «количество работающих женщин в УИС» в расчете на число сотрудников УИС фактически ( $x_2$ ) и «количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы от 1 года до 3 лет» в расчете на число сотрудников УИС фактически ( $x_4$ ), мы получили частный коэффициент корреляции на уровне минус 0,807.

Последовательное исключение еще одного показателя – «количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы от 3 до 10 лет» в расчете на число сотрудников УИС фактически ( $x_5$ ) – привело к изменению частного коэффициента корреляции до минус 0,829.

Исключение следующего показателя – «количество сотрудников УИС, принятых за отчетный период» в расчете на число сотрудников УИС фактически ( $x_6$ ) – также увеличило частный коэффициент корреляции до минус 0,850.

Целесообразно перед построением многомерной регрессионной модели пред-

варительно провести математико-статистический анализ взаимосвязи между переменными на наличие мультиколлинеарности, которая может привести к недостоверным оценкам модели. Данный анализ может быть проведен по методу Феррара и Глобера<sup>5</sup>.

Косвенным подтверждением реальной (или частной) мультиколлинеарности является анализ матрицы парных коэффициентов корреляции.

Были обнаружены высокие коэффициенты корреляции показателя «количество сотрудников УИС со средним общим образованием» в расчете на число сотрудников УИС фактически с показателями «количество сотрудников УИС в возрасте до 30 лет» в расчете на число сотрудников УИС фактически, «количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы от 1 года до 3 лет» в расчете на число сотрудников УИС фактически, «количество сотрудников УИС, принятых за отчетный период» в расчете на число сотрудников УИС фактически на уровнях 0,961544497, 0,925135012, 0,88308262 соответственно.

Показатели «количество сотрудников УИС в возрасте до 30 лет» в расчете на число сотрудников УИС фактически и «количество сотрудников УИС, имеющих стаж службы от 1 года до 3 лет» в расчете на число сотрудников УИС фактически коррелируют на уровне 0,944058779.

Считается, что наличие значений коэффициентов корреляции по абсолютной величине, превосходящих 0,75–0,80, свидетельствует о присутствии мультиколлинеарности<sup>6</sup>.

О присутствии явления мультиколлинеарности сигнализируют и некоторые внешние признаки модели, построенной на первом этапе:

- некоторые из факторов имеют неправильные с точки зрения практической работы знаки и неоправданно большие значения;
- небольшое изменение исходных статистических данных приводит к существенной нестабильности результирующего значения;
- большинство или даже все оценки коэффициентов регрессии оказываются статистически незначимыми, а модель в целом является статистически значимой.

Ниже приводим матрицу парных коэффициентов корреляции (табл. 1).

Таблица 1

Матрица парных коэффициентов корреляции

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1	0,33053	0,45105	0,47498	0,43934	-0,10669	0,42536	0,06832
X2	-0,33053	1	-0,94477	-0,92527	-0,83915	0,81842	-0,75081	-0,55937
X3	0,45105	-0,94477	1	0,96154	0,92514	-0,62320	0,88308	0,65764
X4	0,47498	-0,92527	0,96154	1	0,94406	-0,59040	0,74331	0,69132
X5	0,43934	-0,83915	0,92514	0,94406	1	-0,45198	0,72940	0,71812
X6	-0,10669	0,81842	-0,62320	-0,59040	-0,45198	1	-0,45054	-0,07249
X7	0,42536	-0,75081	0,88308	0,74331	0,72940	-0,45054	1	0,46186
X8	0,06832	-0,55937	0,65764	0,69132	0,71812	-0,07249	0,46186	1

Для полного понимания значимости факторов, входящих в модель, было бы целесообразно построить матрицу частных парных коэффициентов корреляции, но вычисление их, как указывалось ранее, более трудоемко.

Для борьбы с явлением мультиколлинеарности и его последствиями на практике используют следующие подходы:

- преобразуют факторы в новые переменные, уменьшая тем самым количество переменных (чисто технически мы использовали этот способ, перейдя к новым переменным в расчете на число сотрудников УИС фактически, однако в данном случае надо понимать, что речь идет о более серьезных преобразованиях (факторный анализ));

- используют методы регуляризации (например, гребневой регрессии, стабилизирующих оценок или «сжатых» оценок<sup>7</sup>);

- исключают из совокупности факторов одну или же несколько линейно связанных факторных переменных, чтобы вновь полученные элементы корреляционной матрицы были меньше порогового значения 0,8.

Каждый из этих подходов обладает очень серьезными недостатками, которые снижают эффективность их применения<sup>8</sup>.

Исходя из вышеизложенного, в качестве критерия, позволяющего отобрать факторы, которые входят в модель, мы выбрали максимизацию частных парных корреляций указанных факторов.

Таким образом, модель следует включить следующие факторы:

- отношение денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране ( $x_1$ );

- количество сотрудников УИС, уволенных за отчетный период, в расчете на число сотрудников УИС фактически ( $x_2$ ),

- нагрузка на одного сотрудника УИС ( $x_3$ ).

В качестве зависимой величины ( $y$ ) выступает показатель «осуждено сотрудников в отчетный период» в расчете на 1 тыс. чел.

Уравнение полученной трехфакторной модели имеет следующий вид:

$$y = -0,26514 \cdot x_1 - 0,96428 \cdot x_2 + 0,052607 \cdot x_3 + 0,199221$$

Указанная модель является достаточно грубой (коэффициент детерминированности составляет 0,61, при этом она имеет достаточно существенные стандартные ошибки коэффициентов и постоянной), но при всех своих неточностях находит достаточно хорошее подтверждение поведению моделируемой переменной от зависимых факторов.

Иными словами, управляющее воздействие может быть выражено в повышении заработной платы до уровня 1,2 от средней начисленной заработной платы по стране, ежегодном увольнении 21% личного состава или же в снижении нагрузки на одного работающего до уровня 1,1 осужденного на одного сотрудника. При выполнении любого из указанных условий преступность личного состава в УИС практически иллиминируется до уровня 5–7 осужденных сотрудников в год.

По степени важности влияния или по величине воздействия на изменяемую величину параметры распределяются следующим образом:

1. Величина денежного довольствия личного состава УИС (точнее, отношение денежного довольствия сотрудников УИС к средней начисленной заработной плате по стране).

2. Нагрузка на одного сотрудника УИС.

3. Количество сотрудников УИС, уволенных за отчетный период, в расчете на число сотрудников УИС фактически.

Значимость t-критерия оказывается неудовлетворительной. Наилучшую значимость мы имеем для показателя «отношение денежного довольствия сотрудников УИС к

средней начисленной заработной плате по стране». Иными словами, для этого фактора мы имеем объяснение более 80% точек, входящих в модель, однако другие факторы существенно огрубляют модель или имеют нелинейную зависимость.

Еще одним параметром, существенно влияющим на качество модели, является количество используемых данных, которое в нашем случае невелико<sup>9</sup>.

На основе экстраполированных данных были получены следующие результаты:

Таблица 2

Результаты, полученные на основе экстраполированных данных

Отношение денежного довольствия	Уровень уволенных	Нагрузка на одного сотрудника	Уровень осужденных сотрудников УИС	Количество осужденных сотрудников УИС в год при условии нахождения значений факторов в указанном интервале
0,7	0,08	3,5	0,13258	33,0
0,9	0,08	3,5	0,07958	19,8
1	0,08	3,5	0,05308	13,2
0,6	0,08	4	0,18708	46,6
0,6	0,08	3	0,13108	32,6
0,6	0,1	3,50	0,1398	34,8
0,6	0,06	3,50	0,17836	44,4
0,6	0,22	3,50	0,02412	6,0
1,2	0,08	3,5	0,0001	0,0
0,6	0,08	1,20	0,03028	7,5

Таким образом, предложена модель, позволяющая сравнивать варианты во множестве  $S$  с точки зрения требований  $W$ . Содержательно выделение множеств  $Y, Z, D, S$  дает

возможность описать процесс трансформирования статистических данных по отобранным показателям в прообраз управленческого решения.

## ПРИМЕЧАНИЯ

<sup>1</sup> Возможна ситуация, когда таких операторов (оператора), переводящих множество из одного состояния в другое, в настоящее время не существует.

<sup>2</sup> В работе Ю.П. Адлера (Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., 1976. С. 54) прямо указано о невозможности включения в модель зависимых факторов, то есть имеющих корреляцию с другими факторами.

<sup>3</sup> Поскольку корреляция достаточно слабая, то имеет смысл провести анализ на наличие женщин в особенно криминогенных группах сотрудников УИС.

<sup>4</sup> См.: Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М., 1998. С. 414.

<sup>5</sup> См.: Райская Н.Н., Сергиенко Я.В., Френкель А.А. Эконометрическое моделирование зависимости инвестиционной привлекательности регионов // Вопросы статистики. 2007. № 10. С. 50.

<sup>6</sup> См.: Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. С. 654.

<sup>7</sup> См.: Светун'ков С.Г. Эконометрические методы прогнозирования спроса. М., 1993.

<sup>8</sup> См.: Там же.

<sup>9</sup> Количество определяется тем, что исторически информационный ресурс ФСИН России был частью ресурса МВД России.

<sup>1</sup> *Vozmozhna situacija, kogda takih operatorov (operatora), perevodjavih mnozhestvo iz odnogo sostojanija v drugoe, v nastojajee vremja ne suwestvuet.*

<sup>2</sup> *V rabote Ju.P. Adlera (Adler Ju.P., Markova E.V., Granovskij Ju.V. Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij, M., 1976. S. 54) prjamo ukazano o nevozmozhnosti vkljuchenija v model' zavisimyh faktorov, to est' imejuvih korreljaciju s drugimi faktorami.*

<sup>3</sup> *Poskol'ku korreljacija dostatočno slabaja, to imeet smysl provesti analiz na nalichie zhenwin v osobenno kriminogennyh gruppah sotrudnikov UIS.*

<sup>4</sup> *Sm.: Ajvazjan S.A., Mhitarjan V.S. Prikladnaja statistika i osnovy jekonometriki. M., 1998. S. 414.*

<sup>5</sup> *Sm.: Rajskaja N.N., Sergienko Ja.V., Frenkel' A.A. Jekonometricheskoe modelirovanie zavisimosti investicionnoj privlekatel'nosti regionov // Voprosy statistiki. 2007. № 10. S. 50.*

<sup>6</sup> *Sm.: Ajvazjan S.A., Mhitarjan V.S. Prikladnaja statistika i osnovy jekonometriki. S. 654.*

<sup>7</sup> *Sm.: Svetun'kov S.G. Jekonometricheskie metody prognozirovaniya sprosa. M., 1993.*

<sup>8</sup> *Sm.: Tam zhe.*

<sup>9</sup> *Kolichestvo opredeljaetsja tem, chto istoricheski informacionnyj resurs FSIN Rossii byl chast'ju resursa MVD Rossii.*