

Т 1680  
6



# ВЕСТНИК МНИИКА

(Международного научно-исследовательского  
института космической антропоэкологии)

ВЫПУСК  
6



1999

2

## Вестник МНИИКА

(Международного научно-исследовательского института  
космической антропоэкологии)

1999, выпуск 6

- Наши итоги: МНИИКА 5 лет
- В.П. Казначеев: интеллектуальная дыра и цена ответственности за незнание
- МНИИКА в будущем: новые перспективы
- Радиоактивность и эволюция: экология малых величин
- Золотая библиотека МНИИКА представляет: наше наследие
- Как заведены наши внутренние часы
- Поздравляем В.П. Казначеева с юбилеем
- Хроника МНИИКА

НОВОСИБИРСК

# ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ПРИ ПРЕНАТАЛЬНОМ РАЗВИТИИ В ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

(Сообщение первое)

В.П. Казначеев, Я.В. Поляков, А.В. Трофимов, Д.В. Демин, Г.С. Лбов, Л.А. Шпагина,  
В.Я. Поляков, В.Б. Бериков, Т.А. Ступина, Д.Д. Жантасов, А.В. Дурасов

По мере увеличения числа факторов, которые на современном уровне знаний могут быть приняты в расчет при диагностике и определении риска патологии, возрастает потребность в специализации и универсализации аналитического аппарата, для адекватной задачам обработки информации как о факторах риска, так и о факторах, влияющих на медицинский прогноз, «благоприятно». В ряде работ мы обосновали преимущества байесовского подхода [17,18] к этой проблеме [4, 9, 10].

Этот подход сближает три, казалось бы, далеких собирательных образа патологии: внутреннюю картину болезни пациента, представления врача о диагнозе последнего и набор признаков, формирующийся программными средствами при использовании современной электронно-вычислительной техники.

Несмотря на значительный интерес исследователей к проблеме соотношения воздействия гелиогеофизических факторов на организм человека, в частности, в эмбриональный период, и многочисленные публикации по этому поводу [3, 11, 12, 14, 16], многие стороны такого сопряжения остаются нераскрытыми, а полученные данные – дискуссионными [5].

Наиболее убедительными выглядят гипотезы и фактические данные, свидетельствующие о многосторонности участия в этих процессах интеллекта в самом широком смысле [1, 6, 15].

В настоящем исследовании была поставлена задача определить возможности унифицированного метода «рискометрии» в анализе взаимосвязи вероятности патологии с гелиогеофизическими характеристиками среды в пренатальный период жизненного цикла человека.

## Материалы и методы

Разработка и оптимизация байесовской процедуры в определении вероятности патологических синдромов с использованием со-

временных вычислительных средств выполнены в результате более 12.000 наблюдений, включающих мужчин и женщин с различными возрастными, этническими и географическими особенностями.

На основе компьютерной базы исследовательских данных была сформирована выборка лиц, обоого пола в количестве 1700 человек в возрасте от 19 до 67 лет, у которых на основе байесовской процедуры был определен риск по каждому из 11 патологических синдромов. На каждого вошедшего в указанную выборку, с помощью компьютерной программы «Cosmic – V.01», была получена информация о гелиогеофизической обстановке усредненно на каждую из 40 недель, предшествующих дате рождения.

Методом анализа многомерных разнотипных временных рядов в классе логических решающих функций [7] с использованием пакета прикладных программ «ЛАСТАН» выявлены логические закономерности взаимосвязи между величинами показателей солнечной активности, а также обобщенной характеристики напряженности магнитного поля Земли на различных сроках пренатального развития и уровнями риска патологических синдромов на момент исследования.

## Результаты

### Решение статистической задачи прогнозирования вероятности патологического синдрома

Допустим, имеется  $m$  синдромов  $D_1, \dots, D_m$ . Априорную вероятность наличия синдрома  $D_j$  обозначим через  $P_{0j}$ . Пусть также у каждого обследуемого  $A$  измеряется значение  $n$  признаков  $X_1, \dots, X_n$ . Обозначим значение признака  $X_i$  у обследуемого  $A$  через  $x_i = X_i(A)$ , а через  $x$  – вектор значений, т.е.  $x = (x_1, \dots, x_n)$ . Будем полагать, что для каждого  $X_i$  ( $x=1, \dots, n$ ) имеется два возможных значения:  $x_i=0$  ("отсутствие признака") и  $x_i=1$  ("наличие признака"). Каждому синдрому  $D_j$  и ка-

ждому обследуемому А (j=1, ..., m) сопоставим величину  $d_j=D_j(A)$ , которая также принимает два возможных значения:  $d_j=0$  ("отсутствие синдрома") и  $d_j=1$  ("наличие синдрома").

Обозначим  $\alpha_{ij}$  вероятность наличия признака  $x_i$  при наличии синдрома  $D_j$ , а  $\beta_{ij}$  вероятность наличия признака  $x_i$  при условии отсутствия синдрома  $D_j$ .

Далее будем полагать, что  $0 < \alpha_{ij}, \beta_{ij}, P_{0j} < 1$  для всех  $i, j$ .

Формула Байеса устанавливает соответствие между априорной вероятностью наличия синдрома и его апостериорной вероятностью  $P_j(x) = P(d_j=1|x)$  после проведения обследования:

$$P_j(x) = \frac{P_{0j}P(x|d_j=1)}{P_{0j}P(x|d_j=1) + (1-P_{0j})P(x|d_j=0)}$$

Предположим, что все признаки статистически независимы и перенумерованы так, что первые  $K$  признаков принимают значения 1, а остальные - 0. Тогда

$$P_j(x) = \frac{P_{0j} \prod_{i=1}^K \alpha_{ij} \prod_{i=K+1}^n (1-\alpha_{ij})}{P_{0j} \prod_{i=1}^K \alpha_{ij} \prod_{i=K+1}^n (1-\alpha_{ij}) + (1-P_{0j}) \prod_{i=1}^K \beta_{ij} \prod_{i=K+1}^n (1-\beta_{ij})} = \frac{P_{0j} A_{0j} \prod_{i=1}^K \frac{\alpha_{ij}}{1-\alpha_{ij}}}{P_{0j} A_{0j} \prod_{i=1}^K \frac{\alpha_{ij}}{1-\alpha_{ij}} + (1-P_{0j}) B_{0j} \prod_{i=1}^K \frac{\beta_{ij}}{1-\beta_{ij}}}$$

где  $A_{0j} = \prod_{i=1}^n (1-\alpha_{ij})$ ,  $B_{0j} = \prod_{i=1}^n (1-\beta_{ij})$ .

Выражение для  $P_j(x)$  перепишем в следующем виде:

$$P_j(x) = \frac{1}{1 + \frac{1-P_{0j}}{P_{0j}} \frac{B_{0j}}{A_{0j}} \prod_{i=1}^K \frac{\beta_{ij}(1-\alpha_{ij})}{(1-\beta_{ij})\alpha_{ij}}}$$

Обозначим

$$S_{0j} = \log \left[ \frac{1-P_{0j}}{P_{0j}} \frac{B_{0j}}{A_{0j}} \right], \quad S_{ij} = \log \frac{(1-\beta_{ij})\alpha_{ij}}{\beta_{ij}(1-\alpha_{ij})}$$

$S_j(x) = \sum_{i=1}^K S_{ij}$  (здесь и далее используются десятичные логарифмы). Тогда

$$P_j(x) = \frac{1}{1 + 10^{(S_{0j} - S_j(x))}} \quad (1)$$

Уравнение (1) определяет логистическую кривую, аргументом которой служит  $S_j(x)$ .

Рассмотрим смысловую нагрузку величин  $S_j(x)$  и  $S_{0j}$ . Из определения этих величин легко можно показать, что они удовлетворяют следующим свойствам:

1.  $S_{ij}=0$  тогда и только тогда, когда  $\alpha_{ij}=\beta_{ij}$ ;

2. при  $\alpha_{ij} > \beta_{ij}$  получим  $S_{ij} > 0$ , а при  $\alpha_{ij} < \beta_{ij}$  получим  $S_{ij} < 0$ ;

3. если  $\alpha_{ij} \geq \beta_{ij}$  и  $P_{0j} \leq \frac{1}{2}$ , то  $S_{0j} \geq 0$ ;

4. если  $S_{ij}=0$ , то  $P_j(x)=P_{0j}$ ;

5. если  $S_{ij}=S_{0j}$ , то  $P_j(x) = \frac{1}{2}$ .

Предположим, что признак  $X_i$  не влияет на наличие или отсутствие синдрома  $D_j$ . Тогда  $\alpha_{ij} = P(x_i=1|d_j=1) = P(x_i=1) = P(x_i=1|d_j=0) = \beta_{ij}$ , откуда из свойства 1 получим  $S_{ij}=0$ . Таким образом, величина  $S_{ij}$  может рассматриваться как мера информативности признака  $X_i$  для синдрома  $D_j$ : чем больше  $S_{ij}$ , тем больше информации о наличии синдрома несет признак. Отрицательные значения  $S_{ij}$  говорят о том, что признак  $X_i$  скорее несет информацию об отсутствии синдрома. В величине  $S_j(x)$  суммируется информация о наличии синдрома по всем признакам, которые имеются в наличии у обследуемого.

Величину  $S_{0j}$  представим в следующем виде:

$$S_{0j} = \log \frac{1-P_{0j}}{P_{0j}} + \sum_{i=1}^n \log \frac{1-\beta_{ij}}{1-\alpha_{ij}}$$

Эту величину можно интерпретировать как меру информативности исходной системы показателей для отсутствия синдрома; она складывается из количества априорной информации об отсутствии синдрома и информации об отсутствии синдрома при отсутствии каждого из признаков. В этом контексте свойство 5) говорит о том, что при совпадении информации о наличии синдрома, полученной при обследовании, с исходной информацией об отсутствии синдрома получаем ситуацию неопределенности (равновероятности исходов).

При распределении логистических кривых диагностики риска синдромов в порядке нарастания  $S_{ij}(x) = S_{0j}(x)$ , т.е. при  $P_j(x) = 1/2$  была обнаружена определенная их последовательность (табл. 1), которую можно было бы представить в виде вектора характеризующего процесс «погружения диагностических полей» синдромов в логику антропоцентрической модели патологии. Обнаруженная и представленная в табл. 1 последовательность синдромов сохраняется при попытке внесения изменений в набор диагностических признаков и состав экспертов, формирующих диагностическую систему.

Попытаемся охарактеризовать синдромы в «спонтанно» организованном ряду.

Первые два синдрома: ИММ и ПСИ характеризуют отношение организма к среде (свое - чужое) и принимаемое на этой основе решение о поведении. Следующие далее и «компактно расположенные» синдромы риска патологии ЖКТ, ЛЕГ и РЕН сближает их

Таблица 1

Распределение синдромов у мужчин и женщин по сумме информации, необходимой для  $P_j(x)=1/2$

	Наименование синдромов	условн. обозн.	$S_{ij}(x) = S_{oj}(x)$	
			муж.	жен.
1.	Нарушение репродуктивной функции	РЕПР	-	130
2.	Иммунологические расстройства	ИМ	130	131
3.	Нарушения психического здоровья	ПСИ	188	188
4.	Нарушения функции желудочно-кишечного тракта	ЖКТ	199	215
5.	Нарушения функции системы дыхания (легких)	ЛЕГ	211	211
6.	Нарушения функции мочевыделительной системы (почек)	РЕН	216	221
7.	Алкогольная зависимость	АЛК	230	237
8.	Неврологические нарушения	НЕВР	238	238
9.	Эндокринные расстройства	ЭНД	250	265
10.	Гематологические нарушения	ГЕМ	262	304
11.	Артериальная гипертензия	АГ	276	325
12.	Патология печени и желчевыделения	ПЕЧ	301	318
13.	Ишемическая болезнь сердца	ИБС	322	322
14.	Профессиональная патология	ПРОФ	367	388

эндоэкологическое содержание: на слизистых этих систем разворачиваются чрезвычайно многообразные отношения со средой от непосредственного участия микроорганизмов, находящихся в «полостях» органов, до «мембранного пищеварения». Барьерные функции этих систем все более раскрываются. Синдромы риска неврологических, эндокринных и гематологических нарушений уместно объединить нейро-, эндокринно-, гуморальной тематикой в медицине.

Следующим на представленном в табл. 1 «векторе» у мужчин располагается синдром артериальной гипертензии, который по теоретическим и практическим медицинским представлениям играет ведущую роль в «висцерализации» патологических явлений.

Завершают представленный ряд синдромы риска патологии печени и ишемической болезни сердца, характерные для «терминальной» фазы жизненного цикла человека.

Следует сделать замечания по поводу еще трех, представленных в таблице, синдромов.

Синдром нарушения репродуктивной функции женщин занял самое первое место,

вплотную к синдрому риска иммунологических расстройств. Учитывая, что беременность может быть представлена как строго запрограммированная по срокам и формам реакция «трансплантат против хозяина», то близость репродуктивного и иммунологического синдромов на векторе таблицы 1 выглядит просто поразительной.

В таблицу включен также синдром риска алкогольной зависимости, как пример общепатологической проблемы (от алкогольной до нарко- и фармакозависимости). Место этого синдрома предваряет группу представленных выше синдромов нейро-, эндокринно-, гуморального характера.

Наконец, мы сочли возможным включить в таблицу и занявший на векторе последнее место синдром риска профессиональной патологии (на одном из крупных научно-производственных объединений, для коллектива которого была адаптирована прогностическая система). Если учесть, что профессиональная среда исключительно «искусственная», то заключительное место этого синдрома

в иерархии синдромов по логике антропоцентрической модели, на наш взгляд, также закономерно.

## 2. Статистические соотношения между уровнями гелиогеофизических характеристик среды в различные сроки пренатального периода и вероятностью патологии

Статистический анализ усредненных по 40 неделям пренатального периода уровней риска патологических синдромов в целом подтвердил результаты предшествующих исследований, выполненных в клинике НЦКЭМ СО РАМН с использованием верифицированных диагностических заключений [14].

Так на рис. 1 представлена статистическая значимость различий между более высоким уровнем солнечной активности в пренатальный период у лиц, с риском нарушения психического здоровья  $\geq 0.75$  и, соответственно, существенно меньшим уровнем — у лиц, с риском  $\leq 0.25$ .

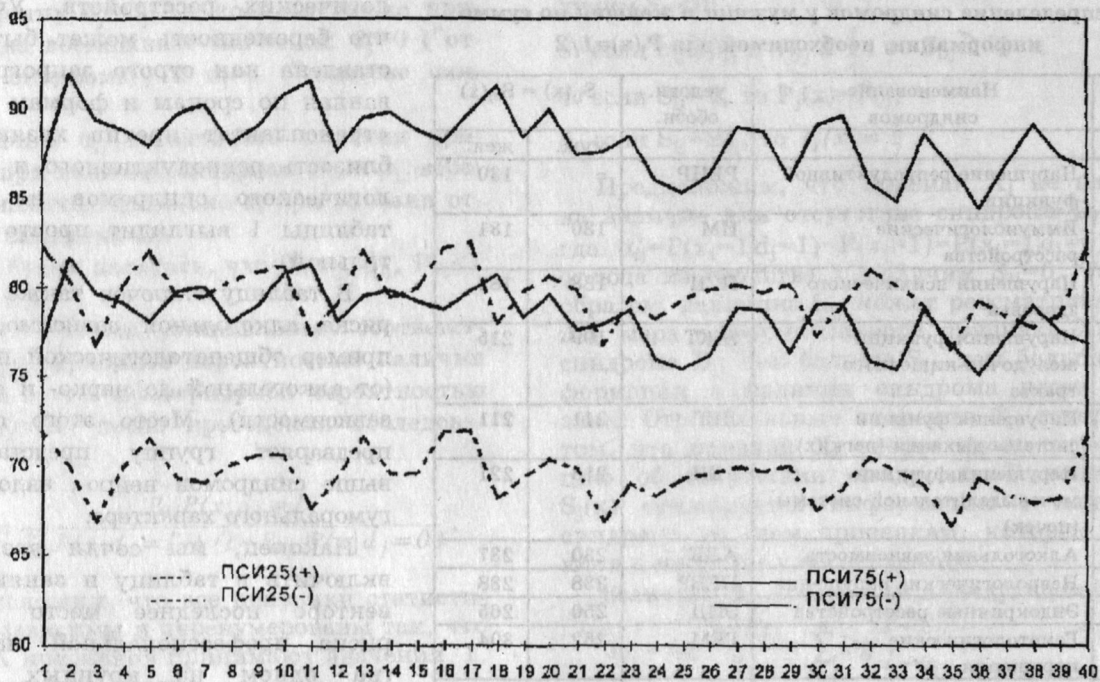


Рис. 1. Солнечная активность (по числу Вольфа) в течении пренатального периода у лиц с уровнем риска нарушения психического здоровья  $\leq 0.25$  (ПСИ25) и  $\geq 0.75$  (ПСИ75)

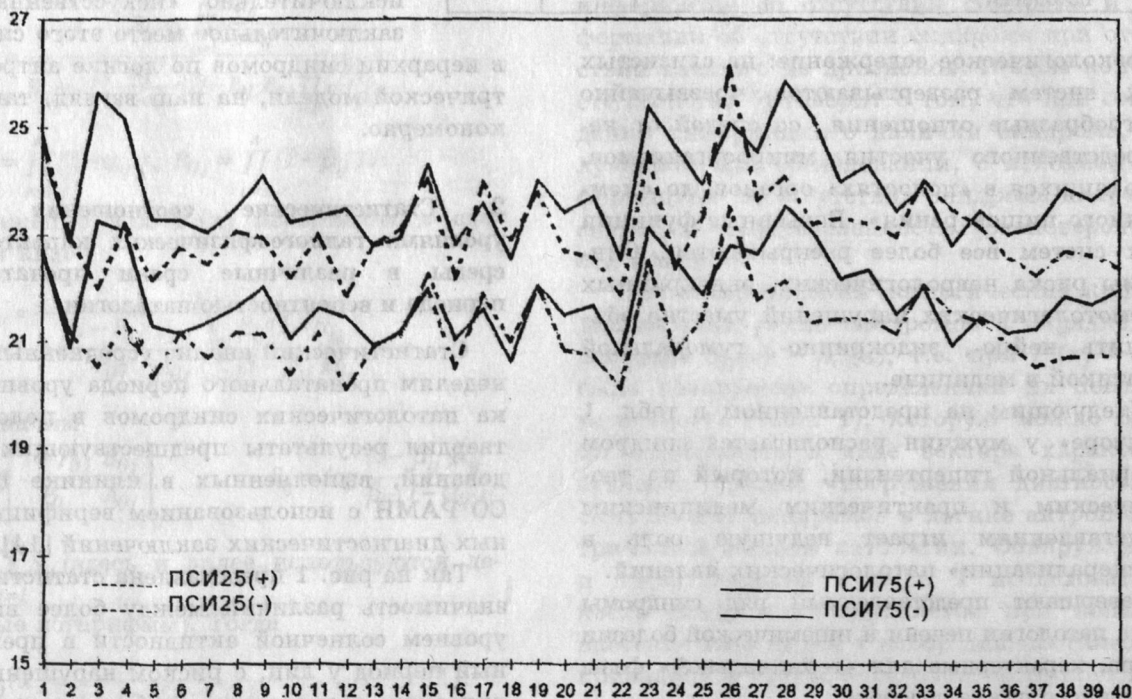


Рис. 2. Геомагнитная обстановка в пренатальный период у лиц с уровнем риска нарушения психического здоровья  $\leq 0.25$  (ПСИ25) и  $\geq 0.75$  (ПСИ75).

Рис. 2 демонстрирует, что различия в величинах геомагнитной индукции для аналогичных групп существенны лишь на 3-4 и 29 неделях пренатального периода; на осталь-

ных сроках эти различия статистически неубедительны.

При обработке материала с использованием пакета прикладных программ «ЛАСТАН», обнаружено, что каждый синдром характери-

зудается значительным числом статистически значимых логических закономерностей, которые выполняются на определенных по численности группах обследованных лиц и могут быть представлены в форме соответствующего дерева решений (рис. 3). Первым и, возможно, главным обнаруженным явлением пред-

ставляются различия в частоте, с которой гелиогеофизические факторы на различных сроках пренатального периода оказались включенными в логические закономерности, определяющие уровень риска патологических синдромов (рис. 4).

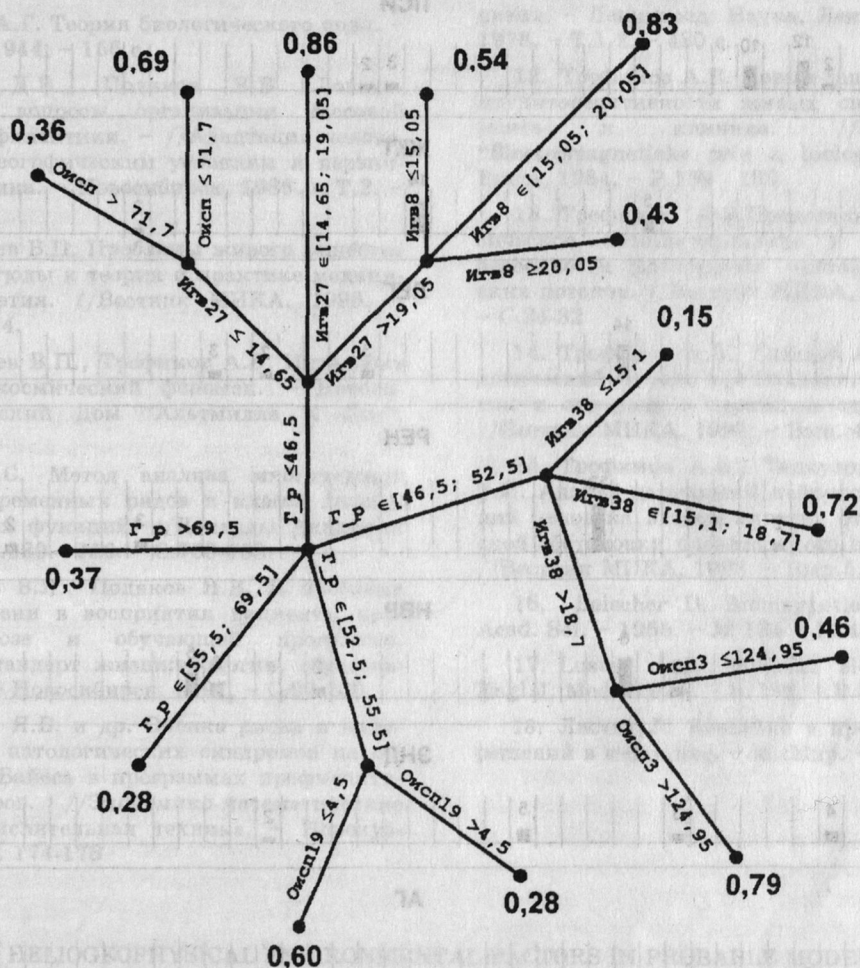


Рис. 3. Дерево решений для ИБС; величина риска синдрома в группах, характеризующихся годом рождения (Гр) и различной величиной солнечной активности (Оисп) и геомагнитной индукции (Игв)

Диаграммы, изображенные на рис. 4, свидетельствуют, что солнечной активности принадлежит особенно существенный вклад в формирование риска нарушений психического здоровья в раннем эмбриогенезе, патологии желудочно-кишечного тракта и системы дыхания – в средние сроки пренатального периода, и эндокринных нарушений, артериальной гипертензии и патологии печени – в последние недели перед рождением.

При анализе сопряжения уровня риска синдромов с геомагнитной индукцией установлена еще большая гетерогенность всей со-

вокупности обследованных. Особенно существенными в этом отношении для синдрома риска иммунологических расстройств оказалась 19 неделя, для психического здоровья – 7, патологии мочевыделения – 13 и неврологического синдрома – также 13 неделя.

Высокий уровень статистической значимости обнаруженных логических закономерностей с включением характеристик гелиогеофизической обстановки на других сроках пренатального периода дает основания для дальнейшего анализа как отдельных фактов, так и явления такого сопряжения в целом.

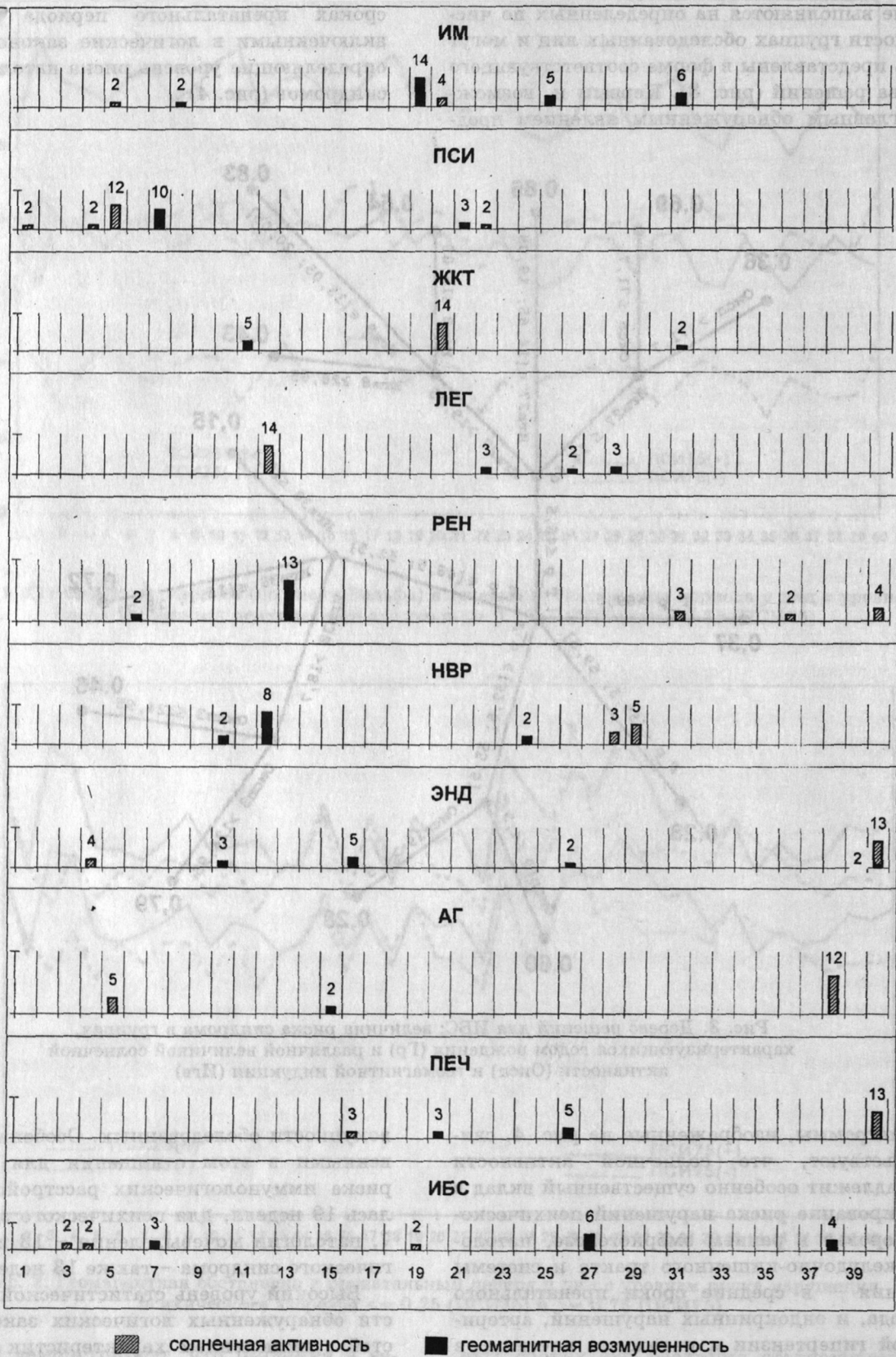


Рис. 4. Частота включения гелиогеофизических параметров среды в различные периоды пренатального развития в логические закономерности формирования риска патологических состояний



## ЛИТЕРАТУРА

1. Гендин А.М. "Эффект Эдипа" и методологические проблемы социального прогнозирования. // Вопросы философии, 1970. - №5 - С.43-49
2. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. - Ленинград: Медицина, Ленинградское отд-е, 1978. - 295 с.
3. Гурвич А.Г. Теория биологического поля. - М.: Сов. наука, 1944, - 156 с.
4. Демин Д.В., Поляков Я.В. Логико-семиотические вопросы организации массовой первичной профилактики. - // Адаптация человека к климатогеографическим условиям и первичная профилактика. - Новосибирск, 1986. - Т.2. - С.165
5. Казначеев В.П. Проблемы живого вещества и интеллекта: этюды к теории и практике медицины 3 тысячелетия. // Вестник МИКА, 1995. - Вып.2 - С.13-14.
6. Казначеев В.П., Трофимов А.В. Интеллект планеты как космический феномен. - Новосибирск: Издательский Дом "Алтымила К Лтд", 1997. - 110с.
7. Лбов Г.С. Метод анализа многомерных разнотипных временных рядов в классе логических решающих функций. // Доклады Академии наук, 1994. - Т.339. - №6. - С.750-753.
8. Поляков В.Я., Поляков Я.В. К проблеме тождества болезни в восприятии пациента, врачебном диагнозе и обучающей программе. // Сибирский стандарт жизни: экология, образование, здоровье. - Новосибирск, 1997. - С.99-100
9. Поляков Я.В. и др. Оценка риска и наличия признаков патологических синдромов на основе формулы Байеса в программах профилактических осмотров. // Экономико-математические методы и вычислительная техника. - Новокузнецк, 1982. - С.174-178
10. Поляков Я.В., Шпагина Л.А. и др. Современные технологии профосмотров: компьютерная программа выявления заболеваний и факторов риска. // Современные методы диагностики и лечения заболеваний в ЦКБ СО РАН. - Новосибирск, 1998. - С.44-45
11. Светлов П.Г. Физиология (механика) развития. - Ленинград: Наука, Ленинградское отд-е, 1978. - Т.1-2. - 480 с.
12. Трофимов А.В. Новые данные по изучению магнитоактивности живых систем в эксперименте и клинике. // Sv.prednasek "Electromagneticke pole a biologicke Systemy. - Prana, 1984. - P.159 - 169.
13. Трофимов А.В. Пренатальное гелиогеофизическое импринтирование и индивидуальные особенности восприятия человеком геокосмических потоков. // Вестник МИКА, - 1996 - Вып. 3. - С.24-32
14. Трофимов А.В., Гадалов А.А. Гелиогеоэкологический баланс пренатального периода развития и его роль в стратегии здоровья человека. // Вестник МИКА, 1997. - Вып. 4. - С.27-36
15. Трофимов А.В., Теркулов Р.А., Золотова Т.И. Анализ нарушений нейропсихических функций человека в зависимости от гелиогеофизической обстановки пренатального периода развития. // Вестник МИКА, 1998. - Вып.5. - С.30-36
16. Beischer D. Biomagnetics // Ann. N. J. Acad. Sci. - 1965. - №134 - P.454-458
17. Lusted L.B. Medical electronics. // New Engl.J. Med., 1955. - N.252. - P.580-584
18. Ластед Л. Введение в проблему принятия решений в медицине. - М.: Мир. - 1971. - 282с.

### HELIOGEOLOGICAL ENVIRONMENTAL FACTORS IN PROBABLE MODEL OF PROGNOSIS OF HUMAN HEALTH (FIRST INFORMATION)

V.P. Kaznachejev, Y.V. Polyakov, A.V. Trofimov, D.V. Demin, Z.S. Lbov, L.A. Shpagina.  
V.D. Polyakov, V.B. Berykov, T.A. Stupina, D.D. Jantasov, A.V. Durasov.

Baise's approach to prognosis of human health is presented in the article. The statistic solution of the problem on prognosis of probability of a pathological syndrome allowing to detect the regulating of 14 considered syndromes is given. Based on the results of 1700 examined the analysis of interconnection of pathological risk with the solar activity and geomagnetic induction during 40 weeks of prenatal period is made. The method of multimeasured many-typed temporal rows in the class of logistic deciding functions with use of a package of the applied programs LASTAN are employed to detect statistically significant logical regularities, specifying the character of conjugate of the pathological risk with heliogeophysical situation in prenatal period.