

В.Г. КАМБУРГ, А.А. СОТНИКОВА, О.В. БОЧКАРЁВА
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза, Россия

МОДЕЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ ЭПИДЕМИЙ ГРИППА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ НА ФОНЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В данной работе развивается методология модельного прогнозирования заболеваний, описанная авторами в [7], для усложненной системы с взаимным влиянием двух болезней на фоне солнечной активности на примере Пензенской области Российской Федерации.

In the given paper there is developed the methodology of the modeling forecast of the sickness, described in [7] by the authors, for more complicated system with the mutual influence of the two sicknesses on the background of the sun activity on the example of Penza region of the Russian Federation.

Ключевые слова: модельное прогнозирование, психопатия, грипп, солнечная активность.

Связь эпидемий гриппа с космосом, а точнее, с солнечной активностью, исследовалась многими учеными. Первым в их ряду стоит А. Л. Чижевский [7]. А.Л.Чижевский проанализировал данные об эпидемиях гриппа за 500 лет и установил, что период эпидемий гриппа составляет в среднем 11,3 года. Он сопоставил эпидемии гриппа с солнечной активностью. Оказалось, что большинство эпидемических эпох приходится на периоды, когда СА нарастает или же уменьшается, то есть эпидемии возникают между минимумом-максимумом и максимумом-минимумом солнечной активности. В годы минимальной солнечной активности, как показал А. Л. Чижевский, встречаются только небольшие пространственно-изолированные эпидемии гриппа, тогда как в периоды максимальной солнечной активности пандемии гриппа стихийно охватывают огромные территории и уносят наибольшее число жертв.

Динамика заболеваемости гриппом на фоне солнечной активности с 1980 по 1991г.г. представлена на графике рис. 1.

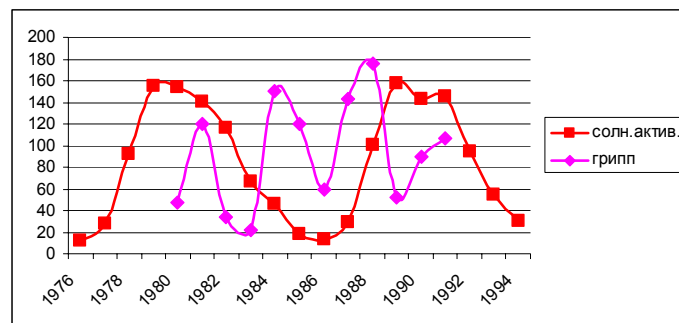


Рис. 1. Динамика заболеваемости гриппом на фоне солнечной активности с 1980 по 1991 г.

Начало эпидемии гриппа, которая расположена между одним минимумом и другим (соседним), либо отстает от ближайшего максимума, либо опережает его. Влияние активности Солнца на эпидемии гриппа проявляется только в среднем. Эпидемии могут различно располагаться на кривой солнечной активности в зависимости от действия других причин. Но они появляются преимущественно именно за 2 – 3 года до или после максимума солнечной активности. Период между двумя волнами одной и той же эпидемии гриппа оказался равным в среднем трем годам. Длительность отдельной эпидемии гриппа в одном периоде, рассчитанная как среднее арифметическое, оказалась равной двум годам.

Пределы колебаний максимумов солнечной активности по годам были сопоставлены с пределами колебаний эпидемий гриппа. Установлено, что эти пределы налагаются один на другой, составляя между собой большие периоды, свободные от эпидемий гриппа. Эти периоды приходятся на годы минимума солнечной активности.

Таким образом, распространение эпидемий гриппа не является произвольным, а находится в прямой связи с изменением солнечной активности.

Полученные данные позволяют делать прогнозы эпидемий гриппа. Можно предсказать, какие интервалы в 11-летнем цикле солнечной активности наиболее опасны для возникновения и развития эпидемий гриппа.

В годы минимальной солнечной активности, как показал А. Л. Чижевский, встречаются только небольшие пространственно-изолированные эпидемии гриппа, тогда как в периоды максимальной солнечной активности пандемии гриппа стихийно охватывают огромные территории и уносят наибольшее число жертв.

При анализе эпидемий гриппа 1980 – 1991 гг. было установлено, что максимум заболевания наступает через каждые 2 – 3 года. Если эпидемия дает вторую волну в том же цикле солнечной активности, то она отстоит от окончания первой волны эпидемии в среднем на три года. Спустя три года после минимума солнечной активности можно ожидать первую волну эпидемии гриппа. Но он только приближает

или отдаляет вспышку эпидемии.

Анализ исследований, посвященных воздействию гриппозной инфекции и ее последствий на нервно-психические функции показывает, что до сих пор окончательно не выяснено, почему при отдельных нозологических формах интенсивность токсического синдрома различна. Это может зависеть как от особенностей возбудителя, от иммунного статуса организма, так и от ряда других факторов [2, 3].

Ведущим синдромом гриппозной инфекции является интоксикация, проявляющаяся головной болью. При понижении тонуса сосудов головного мозга каждая пульсовая волна приводит к растяжению стенок сосудов.

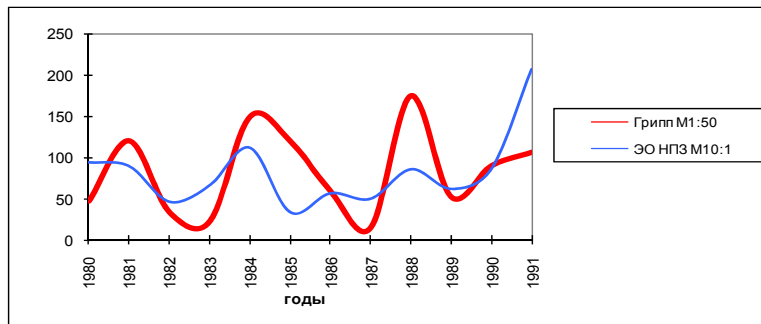


Рис. 2. Графическое изображение частоты различных нервно-психических заболеваний по годам на фоне эпидемий гриппа

В эпидемию гриппа 1988 г. не произошло увеличения заболеваемости экзогенно-органических неврологических заболеваний. На нее не отреагировали ЧМТ и ее последствия, недифференцированные по этиологии органические поражения головного мозга, не отреагировали случаи отдаленных последствий нейроинфекций. Отреагировали только эпилепсия и судорожные синдромы и психопатии.

Нами отмечено, что те эпидемии гриппа, которые следуют за максимумами солнечной активности, являются более патогенными по отношению к различным группам нервно-психических заболеваний, по сравнению с эпидемиями гриппа, которые следуют после лет «спокойного солнца». Такие эпидемии, по данным настоящего исследования, являются наиболее щадящими по отношению к экзогенно-органическим неврологическим заболеваниям. Из этого можно сделать предварительный вывод о том, что сила патогенности эпидемий гриппа может зависеть и определяться уровнем солнечной активности [4 – 6].

Декомпенсация экзогенно-органических неврологических заболеваний увеличивается в эпидемии гриппа и уменьшается в периоды снижения заболеваемости гриппом. Степень корреляционных взаимоотношений этих двух процессов высокая ($r=0,8-0,9$). Корреляционная зависимость периодограмм гриппа и неврологических заболеваний показывает, что именно гриппозная инфекция является одним из основных факторов первичной декомпенсации некоторых нервно-психических заболеваний.

Используя систему MathCad, влияние эпидемии гриппа на нервно-психические заболевания с использованием солнечной активности исследовались с помощью построения трехмерного пространственного графика, дающего представление о характере связей грипп – нервно-психические заболевания от эколого-климатических условий. Пространственное представление позволяет выявлять эффекты (сдвиги), возникающие в системе «грипп – нервно психические заболевания». Динамика распространения заболеваний имеет нелинейный характер и сопровождается возникновением колебательных режимов. В нашем случаях получается особая точка типа " неустойчивый фокус" (на фазовой плоскости), когда амплитуда колебаний нарастает.

Графики могут служить номограммой для прогнозирования заболеваний в зависимости от эпидемии гриппа и изменения солнечной активности. При изменении условий среды поверхность смещается на новый уровень, становится волнообразной. Основным механизмом таких колебаний является изменение силы связи во времени. Плоскость позволяет выявить основную тенденцию взаимосвязи показателей.

Корреляционные сдвиги на плоскости представлены в виде изгибов, что обусловлено внутривременной изменчивостью и средовыми факторами для определенного года.

Была выявлена математическая зависимость и подсчитаны коэффициенты полиномиальной регрессии составлением программы в MathCad.

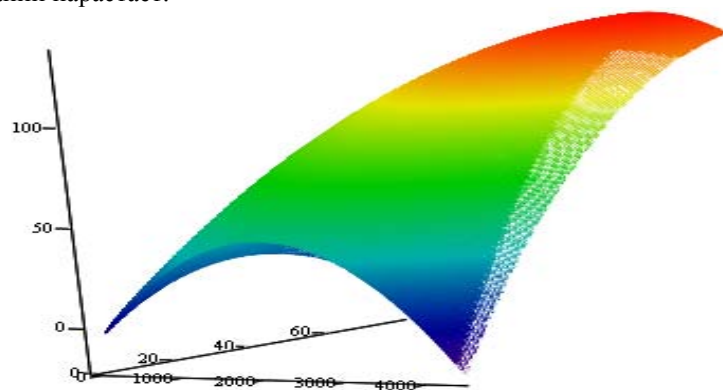


Рис. 3. Нервно-психические заболевания на фоне эпидемии гриппа и солнечной активности

```

Step(v, Nvar, deg) := | for i ∈ 0..deg if Nvar = 1
                    | vi,0 ← vi,0 + i
                    | for i ∈ 0..Nvar - 1 if deg = 1
                    | vi,i ← vi,i + 1
                    | otherwise
                    | inc ← Nterms(Nvar, deg - 1)
                    | for i ∈ 0..inc - 1
                    | vi,Nvar-1 ← vi,Nvar-1 + 1
                    | v ← stack(Step(submatrix(v, 0, inc - 1, cols(v) - 1), Nvar, deg - 1), Step(submatrix(v, inc, rows(v) - 1, 0, cols(v) - 1), Nvar - 1, deg))
                    | v

```

```

COrder(Nvar, deg) := | vNterms(Nvar, deg)-1, Nvar-1 ← 0
                    | Step(v, Nvar, deg)

```

```

COrder(Nvar, deg) := | vNterms(Nvar, deg)-1, Nvar-1 ← 0
                    | Step(v, Nvar, deg)

```

В период эпидемии гриппа диагностированы различные неврологические заболевания, несмотря на то, что классической клиники гриппа не наблюдалось, а имелась клиника первичной декомпенсации ряда НПЗ. В эпидемию гриппа 1981 г. произошло увеличение частоты случаев первичной декомпенсации НПЗ в результате перенесенных инфекционных поражений головного мозга, случаев эпилепсии, психопатий. Эпидемия гриппа 1984 г. оказалась наиболее патогенной и обусловила резкое увеличение случаев первичной декомпенсации практически всех групп НПЗ. На эпидемию гриппа 1988 г. не отреагировали ЧМТ и ее последствия, недифференцированные по этиологии органические поражения головного мозга, случаи отдаленных последствий нейроинфекций. Однако на эту эпидемию отреагировали эпилепсия и судорожные синдромы и психопатии. У больных с черепно-мозговой травмой в анамнезе нервно-психические изменения в период эпидемии гриппа проявлялись в большей мере, нежели в период вне эпидемии гриппа. Грипп усложнял клинику отдаленных последствий ЧМТ. Эти выводы сделаны путем анализа церебральных арахноидитов, отдаленных последствий ЧМТ, нейроинфекций.

Нами выявлено, что те эпидемии гриппа, которые следуют за макси-мумами СА, являются более патогенными по отношению к различным группам НПЗ по сравнению с теми эпидемиями гриппа, следующими после лет спокойного солнца. Такие эпидемии являются щадящими по отношению к НПЗ. Сила патогенности различных эпидемий гриппа обусловлена, в том числе, и уровнями солнечной активности. Эта закономерность просматривается на графиках.

Расчет прогноза усредненных показателей заболеваемости гриппом до 2012 года.

В результате проведенных исследований было выявлено 3 линии тренда, которые наилучшим образом аппроксимируют фактические данные, подсчитаны коэффициенты.

1. Тригонометрическая функция

Sinusoidal Fit: $y=a+b*\cos(cx+d)$	
Coefficient Data:	
a =	3942,568
b =	2962,491
c =	2,445106
d =	-318,365
корр	0,79

Коэффициент корреляции 0,79

2. Логарифмическая функция

Logarithm Fit: $y=a+b*\ln(x)$	
Coefficient Data:	
a =	-946004.36
b =	125158.11

Коэффициент корреляции 0,09

3. Экспоненциальная функция

Exponential Fit: $y=ae^{(bx)}$	
Coefficient Data:	
a =	3.0259174e-011
b =	0.016423044

Коэффициент корреляции 0,09

Так как кривая изменения клинических данных по гриппу по годам носит волнообразный характер, то за основу прогнозирования мы принимаем тригонометрическую функцию вида $y = a + b \cdot \cos(cx + d)$. Данная функция имеет более высокий коэффициент корреляции по сравнению с другими, что позволяет сократить ошибку прогнозной модели. и она лучше других характеризует общую тенденцию развития изучаемого явления.

Колебательный характер процесса аппроксимирует $\cos(cx + d)$ и отражает сезонность заболеваний. Под сезонностью понимают изменения всех вышеперечисленных факторов в зависимости от изменения солнечной активности и месяцев в году.

В процессе подготовки данных для прогнозирования определяем, что клинические данные и прогнозная кривая по гриппу, повторяет формы через определенные промежутки времени. Для дальнейшего прогнозирования вводим понятие интервального коэффициента K , который отражает рост и спад заболеваний в зависимости от солнечной активности. Определение наличия интервального коэффициента необходимо для того, чтобы входная информация обладала свойством репрезентативности.

Если принять во внимание тот факт, что заболевание, выходящее за пределы амплитуды многолетней изменчивости процесса, как раз и являются непредсказуемыми, то приходим к неутешительному выводу: построить «раз и навсегда» прогностическую модель заболеваний (как и любого другого процесса) невозможно, независимо от объема используемой при этом выборки исходных данных. Следовательно, усилия прогнозиста должны быть направлены не на разработку универсальной прогностической модели, а на поиски закономерностей образования отрезков времени со стационарным и нестационарным режимами, а также на выяснение причин самой нестационарности. «Научившись» на историческом материале определять такие отрезки времени (и смирившись, естественно, с мыслью о невозможности спрогнозировать крупные аномалии болезни), можно попытаться построить некую прогностическую схему, обязательным условием применения которой будет знание болезни на момент прогноза. Существенно и прямое космическое влияние (в первую очередь солнечной активности) на все живые организмы, что ярко и убедительно показано на уровне индивидуальных организмов А.Л.Чижевским, на развитие этносов – Л.Н.Гумилевым.

Одновременное воздействие отдельных планет Солнечной системы и всей их совокупности создает многослойный характер влияния на атмосферу Земли и является одной из причин отсутствия строгой периодичности развития земных циклов во времени. Динамика изменения заболевания в нашем случае гриппа (максимумы заболеваний повторяются через 2–3 года); есть указания на существование у болезни 11-летнего цикла.

В основу составления прогноза берем изменение солнечной активности по годам. Анализируем график полученной функции, в результате этого

Разобьем интервал прогнозирования на 2 интервала

Вычисляем интервальный коэффициент

Интервальный коэффициент рассчитывается как разность между фактическим значением заболевания и значением полученной модели, для этого используется пакет прикладных программ MS Excel

Практическая реализация данного метода выявила следующие его особенности:

- для составления прогноза необходимо точно знать величину интервального коэффициента. Исследования показывают, что множество заболеваний имеют сезонный характер, величина интервального коэффициента при этом может быть различной и колебаться от одной недели до десяти лет и более.

- применение функции косинус позволяет значительно сократить ошибку модели;

- при наличии достаточного количества данных метод даёт хорошую аппроксимацию и может быть эффективно использован при прогнозировании различных заболеваний

Рассчитываем интервального коэффициента K как разности между фактическими значениями и значениями модели используя при этом пакет прикладных программ MS Excel.

годы	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
грипп	2355	6028	1680,2	1064	7502,2	6020,9	2970,9
функция	5669,183	4162,435	1878,633	6889,195	1485,784	4765,145	5137,354
инт..коэфт	-3314,183	1865,565	-198,4328	-5825,195	6016,416	1255,755	-2166,454
1987	1988	1989	1990	1991			
712,7	8777,1	2611,3	4500	5328,4			
1286,949	6822,038	2180,498	3766,469	5974,81			
-574,2493	1955,062	430,8016	733,5312	-646,41			

Вычисляем средний интервальный коэффициент

1 интервал		2 интервал		среднее	
1980	-3314,18	1986	-2166,45	-2740,32	-2701,34
1981	1865,565	1987	-574,249	645,6576	684,6404
1982	-198,433	1988	1955,062	878,3144	917,2972
1983	-5825,19	1989	430,8016	-2697,2	-2658,21
1984	6016,416	1990	733,5312	3374,974	3413,956
1985	1255,755	1991	-646,41	304,6724	343,6552
сумма				-233,897	0

Скорректируем значения интервального коэффициента таким образом, чтобы их сумма была равна нулю. Чтобы довести средние колебания интервального коэффициента до 0, необходимо итоговую сумму средних разделить на количество исследуемых лет (в нашем случае – это 12). Полученный результат вычитаем из значений среднего по каждому периоду. В итоге – сумма колебаний составит абсолютный 0.

Расчитанные интервальные коэффициенты при прогнозировании просто переносятся на соответствующие месяцы прогнозного периода.

Для смягчения влияния прошлых тенденций на достоверность прогнозной модели и учета влияния солнечной активности на заболевание, предлагается ввести параметр α (константу сглаживания) Константу сглаживания определять методом экспертных оценок, она зависит от амплитуды колебания заболевания, при колебаниях совпадающих с колебаниями солнечной активности, то есть заболевания колеблются с той же скоростью и амплитудой, то есть предпосылок к изменению болезни в дальнейшем при прогнозировании очень мало α представляет собой среднегодовой коэффициент прироста солнечной активности за

исследуемый период, и вычисляется по формуле $T_{cn} = \frac{X_t}{X_{t-1}}$, где t- года, при колебаниях с

противоположной фазой и ярко выраженных (колебания происходят чаще чем у солнечной активности) α

представляет собой среднегодовой базовый коэффициент прироста солнечной активности за исследуемый период, и вычисляется по формуле $T_{ca} = \frac{X_t}{X_0}$, где t- года. Значение коэффициентов прироста и базовых по

годам активности.

Среднегодовой коэффициент прироста солнечной активности равен 1,18

Базовый средний коэффициент прироста солнечной активности равен 0,53

$$0,53 < \alpha < 1,18$$

В нашем случае за коэффициент прироста берем среднеарифметический коэффициент между базовым и средне годовым $\alpha = 0,855$.

Сущность данной поправки заключается в том, что она нивелирует погрешность моделей, а именно, позволяет быстро учесть развитие и прогнозирование заболеваний с учетом изменения показателей солнечной активности.

В результате вышеизложенного наша функция примет вид

$$Fnn = \alpha \cdot F\phi + (1 - \alpha) \cdot ((a + b) \cdot \cos(cx + d)) \pm K$$

Где Fnn – прогнозное значение психопатии;

$F\phi$ – фактическое значение;

K – интервальный коэффициент;

α – константа сглаживания.

Расчитываем точность модели по формуле

$$\text{Точность модели} = ((1 - \text{СКО})) \cdot 100$$

Где СКО – среднеквадратичное отклонение ошибок, точность модели 90,7 %, это говорит о том, что модель хорошо аппроксимирует фактические данные, т.е. она вполне отражает изменение заболеваемости, и является предпосылкой для построения прогнозов высокого качества.

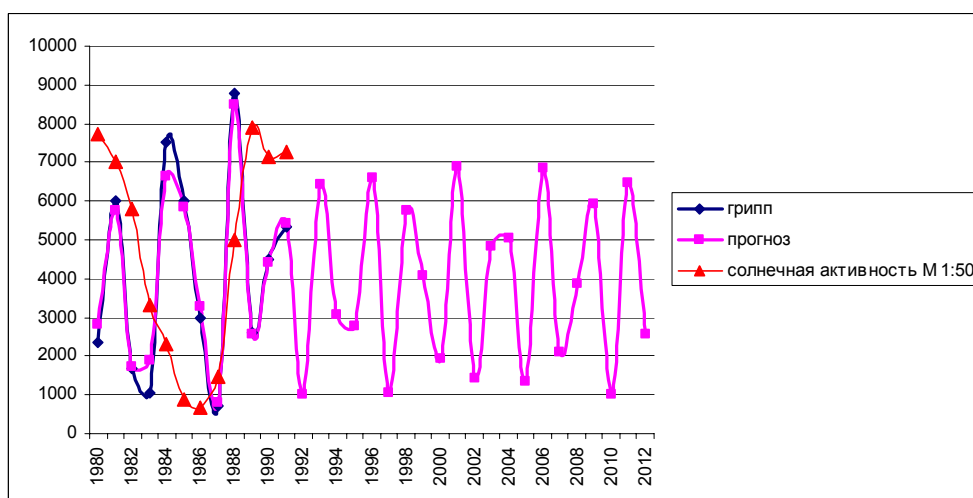


Рис. 4. Заболеваемость гриппом 1– в реальном времени и 2-прогноз до 2011 г. Визуальный анализ динамики прогноза эпидемий гриппа показывает, что и в будущем эпидемии гриппа будут возникать волнообразно. Периодограмма прогнозирует повторяемость солнечной активности, что соответствует многолетним наблюдениям.

Прогноз, рассчитанный по полученной формуле

$$Fnn = \alpha \cdot F\phi + (1 - \alpha) \cdot ((a + b) \cdot \cos(cx + d)) \pm K).$$

Третья прогностическая модель строилась с учетом 11-летних наблюдений за динамикой нервно-психической заболеваемости, за эколого-климатическими и санитарно-эпидемиологическими переменными.

Вывод.

Корреляционным анализом получены статистические модельные уравнения в виде периодических колебаний для прогноза из данных наблюдений в развитии методики на примере Пензенской области Российской Федерации.

Литература

1. Веретенко С. В., Пудовкин М. И. Вариации метеорологических параметров нижней атмосферы в связи с явлениями солнечной активности // Атмосфера и здоровье человека. СПб. – 1998. – С. 196 – 197.
2. Вовк Т. Б., Горго Ю. П. Влияние метеорологических факторов на вегетативные показатели человека // Международный конгресс: СПб. – 2000. – С. 27 – 28.
3. Воробьев С. А., Светлова С. Ю., Субботина Т. И. Математический подход к оценке индивидуальных биоритмов человека в условиях десинхроноза // Вестник новых медицинских технологий, 2000. – Т. 7. – С. 55 – 58.
4. Воробьев С. А., Субботина Т. И., Светлова С. Ю. Математический подход к оценке адаптационных возможностей организма человека // Материалы X международного симпозиума // Эколого-физиологические проблемы адаптации. – М., 2001. – С. 118 – 120.
5. Вязицкий П. О., Товкань В. К., Литвиненко Г. В. Влияние погодных условий на иммунологическую резистентность организма лиц молодого возраста // Военно-медицинский ж-л, 1984. – С. 31 – 33.
6. Крамер Г. Математические методы статистики. – М.: Мир, 1975. – 648 с.
7. Сотникова А. А., Камбург В. Г. Модельный прогноз заболевания психопатии на фоне солнечной активности // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2009. – № 5. – С. 97-100.
8. Чижевский А. Л. Космический пульс жизни. – М.: Мысль, 1995. – 776 с.

Надійшла 19.11.2009 р.

УДК 681.3+519.6

О.А. ПАСТУХ

Європейський університет

РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГЕБРАІЧНОГО ПЕРЕТИНУ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДРУГОГО РОДУ У КВАНТОВИХ НЕЧІТКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ДРУГОГО РОДУ

Вперше розглянуто математичну реалізацію процесу виконання операції алгебраїчного перетину нечітких множин другого роду за допомогою квантових нечітких множин другого роду у квантових нечітких інформаційних системах другого роду. В основу реалізації покладено мультиплікативну операцію над квантовими нечіткими числами, яка представлена за допомогою квантової мікропрограми (графічний вигляд подано у формі квантової мережі) для сімейства квантових процесорів квантової нечіткої інформаційної системи другого роду в унітарно-операторній формі.

Mathematical processing work of procedure intersection fuzzy sets of second level used quantum fuzzy sets of second level in the quantum fuzzy information systems of second level had been viewed. Multiplicative procedure of quantum fuzzy numbers is basic, what view quantum micro program (graphic image is quantum network) for sets of quantum processors of quantum fuzzy information systems of second level in unitary-operator form.

Ключові слова: нечітки множини другого роду, квантовий процесор, квантова нечітка інформаційна система.

Вступ. В своїй роботі квантові нечіткі інформаційні системи другого роду ($q_{II}f$ -системи) використовують дані у формі квантових нечітких множин другого роду, а тому операції над нечіткими множинами другого роду, зокрема, наприклад, алгебраїчний перетин, можливий за умови представлення нечітких множин другого роду у вигляді квантових нечітких множин другого роду. Саме математичному формалізму реалізації алгебраїчного перетину нечітких множин другого роду за допомогою квантових нечітких множин другого роду в $q_{II}f$ -системах і присвячена дана робота.

Огляд існуючих відомостей. В основі квантових нечітких множин другого роду, як буде видно в подальшому з операцій над ними, які складають фундамент реалізації алгебраїчного перетину нечітких множин другого роду лежить математичний формалізм квантових нечітких множин, який вперше розглянутий автором у його роботах [1-4].

Мета. Здійснити математичну реалізацію алгебраїчного перетину нечітких множин другого роду за