

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ АСПЕКТОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 502/504:528.9

Т.П. Варшанина¹

ОБЩЕНАУЧНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

***Резюме.** Обоснована необходимость онтологической связи методов прогнозирования геопространственных процессов с фундаментальными основами современной эпистемологической картины мира. Предложен метод структурной маски энергетических географических полей и на его основе способ решения проблемы неопределённости и преодоления влияния нелинейности геопространственных процессов и методы их точечного прогнозирования.*

***Ключевые слова:** квантово-полевая картина мира, свойства неопределённости и нелинейности геопространственных процессов, метод структурной маски энергетических географических полей, точечной прогнозирование геопространственных процессов.*

Введение. Формирование методологии прогнозирования как вида познавательной деятельности связанного с опережающим отражением в научном познании ограничивается на момент исследования существующей эпистемологической моделью картины мира – исследуемой реальности, соответствующей знаниям человека о мире. В процессе эволюции эпистемологической картины мира первой была разработана механическая её интерпретация в качестве мира жёстких причинно-следственных связей между дискретными объектами. Далее была сформулирована электромагнитная картина мира М. Фарадея и Дж. Максвелла – по сути, дискретный мир взаимодействующих энергетических полей, причинно-следственные связи между которыми, определяются особенностями их суперпозиции. В настоящее время принята дискретно-континуальная квантово-полевая картина мира, согласно которой материя дуальна: она обладает и корпускулярными, и волновыми свойствами, преобладание одного над другим проявляется, что важно подчеркнуть, в зависимости от конкретных условий. Основным материальным объектом признаётся дискретное дуальное квантовое поле, обладающее способностью переходить из корпускулярного к волновому состоянию в зависимости от пока неопределённого комплекса условий. Главным отличием квантово-полевой картины мира является представление о вероятностной форме закономерности и причинности вследствие их неопределённости, которые могут описываться статистическими законами, отражающими связь состояний объектов не физическими величинами, а статистическими, вероятностными распределениями. Для методологии прогнозирования важен также сделанный в результате вывод о том, что в основе нашего мира лежит стохастичность, вероятностность поведения квантованных энергетических полей и результатов их суперпозиции.

Каждая эпистемологическая модель мира соответствовала представлениям о природе причинно-следственных отношений. От жёсткой каузальности механической модели, при которой причина при разных условиях порождает одно и то же следствие, до вероятностной причинности электромагнитной модели и вероятностного детерминизма, когда каждой причине соответствует определённый спектр возможных последствий, и до недетерминизма –

¹ Адыгейский государственный университет, НИИ комплексных проблем, центр интеллектуальных геоинформационных технологий, заведующий, канд.биол.н.; e-mail: vtp01@mail.ru.

концепции нелинейности развития мира, отсутствия феномена внешней причины и отказа от принудительной каузальности.

Макромир онтологически связан с микромиром, поэтому знание фундаментальной основы взаимодействий в микромире позволяет интерпретировать условия взаимодействий в макромире.

Так, точечное прогнозирование динамических природных процессов на заданный пункт считается не решаемой задачей. Объясняют это высокой степенью неопределённости и сильной нелинейностью природных процессов.

Неопределённость связана с большим и пока не определенным количеством космопланетарных энергетических воздействий оказывающих влияние на динамику и эволюцию природных систем.

Нелинейность объясняется множественностью видов и многообразием длительности интерферирующих периодов энергетических воздействий на природные системы, что порождает множественность вариантов отклика природных систем неадекватных каждому отдельному виду воздействия.

К источникам неопределённости сложных природных систем относят:

- остаточную неопределённость как следствие невозможности учета всех взаимодействий, определяющих эволюцию изучаемого объекта;
- неполноту и неточность наших знаний о законах природы;
- нелинейность развития мира;
- внутренние процессы саморазвития сложных систем.

Считается, что величина неразрешаемой объективными методами неопределённости неизбежно ограничивает область возможных состояний поддающихся прогнозированию. При этом величина неопределённости соответствует уровню знаний в предметной области и, следовательно, существует возможность уменьшения её величины.

Следует констатировать, что в настоящее время системы прогнозирования процессов геопространства основаны, как правило, на представлениях вероятностного детерминизма, что не соответствует современным знаниям о квантово-полевой картине мира.

С позиции современных знаний можно конкретизировать причины слабой оправдываемости прогнозов нерегулярно случающихся опасных явлений природы, к которым требуется отнести:

- открытость природных систем воздействию многообразных и многомерных ритмических и эволюционных процессов Космоса и глубин Земли;
- кратковременность периода инструментальных наблюдений, не охватывающих длительное характерное время развития природных систем;
- ошибочность представлений о возможности прогнозирования природных процессов с помощью моделей хода их параметров на основе данных кратковременных инструментальных наблюдений. Эти данные есть отражение одного из бесчисленных вариантов сочетающихся и интерферирующих энергетических воздействий.

Шагом вперёд в поиске принципиально новых оснований для моделирования геопространственных процессов можно считать ключевые принципы теории динамических систем:

- требование отображения в моделях самоорганизующихся систем их функционально обусловленной эмпирически объективной структурной организации;
- установка на поиск интегральных характеристик целого;
- принцип свертывания сложных моделей самоорганизующихся систем в модели, отражающие параметры порядка самоорганизации, которые обуславливают структурную организацию системы, в свою очередь определяющую реакцию системы на воздействие.

К этим принципам, если следовать квантово-полевой картине мира, с позиции которой макрообъекты можно представить в виде квантованных полевых структур, необходимо добавить установку на моделирование пространственной структуры энергетических географических полей.

Действительно, универсальной основой для выявления структуры всех геопространственных объектов, различающихся по вещественному составу и фазовому состоянию, явля-

ется порождающая их структура поля энергии. Во Вселенной всё рождено в энергетических полях: химические элементы, вещество, космические тела, в том числе, наша планета. Многообразие геологических пород, компонентов природной среды, живых организмов, ландшафтов Земли также рождено в энергетическом поле взаимодействия космических и земных сил. Следовательно, параметром порядка структуры географических объектов является напряжённость порождающего эту структуру энергетического поля.

Изложенные предпосылки послужили основанием для разработки способа прогнозирования геопространственных процессов, позволяющего решить проблему их неопределённости.

Материал и методы исследований. Для вычисления меры параметра порядка географических объектов и процессов предложен метод структурной маски энергетических географических полей. Метод основан на решении задачи восстановления структуры порождающих географические объекты энергетических полей в фокусе земной поверхности через вычисление градиентов структуроформирующих географические объекты параметров.

Этот метод позволяет строить эффективные модели прогнозирования, так как в расчеты вводится минимальное количество входных параметров: ход во времени величины меры параметра порядка процесса.

К основным аксиоматическим положениям метода структурной маски энергетических географических полей отнесены следующие:

- интерференция космопланетарных потоков энергии формирует «реальное» геофизическое поле в фокусе земной поверхности;
- геообъекты структурно подобны «реальному» геофизическому полю;
- напряженность «реального» геофизического поля является параметром порядка географических процессов и систем;
- значение параметров образующих структуру геообъектов, например, для рельефа – поле высот; для воздушных течений – поле температуры, – мера их параметра порядка;
- градиентные поля структурообразующих параметров отображают структуру поля энергии, порождающей геообъекты;
- пространственно-временное градиентное поле соответствующего структуроформирующего параметра с одной стороны представляет собой структурную маску порождающего его энергетического поля, с другой – отображает структуру географического объекта или процесса.

Так как воссоздаваемая структура энергетического географического поля объектов геопространства априори онтологически связана и структурно подобна полному спектру космопланетарных энергетических полей, то есть, согласована с ними – когерентна, можно сделать вывод о том, что таким образом решается проблема неопределённости географических процессов в моделях их прогнозирования. Структурное подобие энергетических полей географических объектов и процессов космопланетарным энергетическим полям имеет место на всех уровнях их организации, что открывает новые возможности точечного прогнозирования природных опасностей для планирования устойчивого развития территорий.

Метод структурной маски энергетических географических полей проиллюстрирован на примере двух геоинформационных моделей точечного прогнозирования паводков и землетрясений. Для преодоления проблемы нелинейности географических процессов в моделях прогнозирования использованы интеллектуальные нейросетевые технологии.

Результаты исследований и их обсуждение.

Модель 1. Способ прогнозирования времени наступления и уровня паводков – патент № 2010140576.

На основании разработанного подхода впервые получена модель точечного прогнозирования времени наступления и уровня паводка. Мерой параметра порядка синоптического процесса, характеризующего структуру его энергетического поля, является ежесуточный региональный градиент температуры приземной атмосферы, рассчитываемый относительно

точки прогнозирования по территории приблизительно равной площади барического образования (рис. 1). Ежесуточный региональный градиент температуры является интегральным показателем характеризующим:

- состояние энергетического поля приземной атмосферы в точке прогнозирования;
- ту часть барического образования, которая проходит через точку прогнозирования по параметрам суточного ход градиента за 7–10 дней;
- скорости адвекции и трансформации воздушной массы, состояние подстилающей поверхности по параметрам суточного хода градиента.

Таким образом, ход регионального градиента температуры позволяет классифицировать выборки, соответствующие типам синоптических ситуаций в точке прогнозирования.

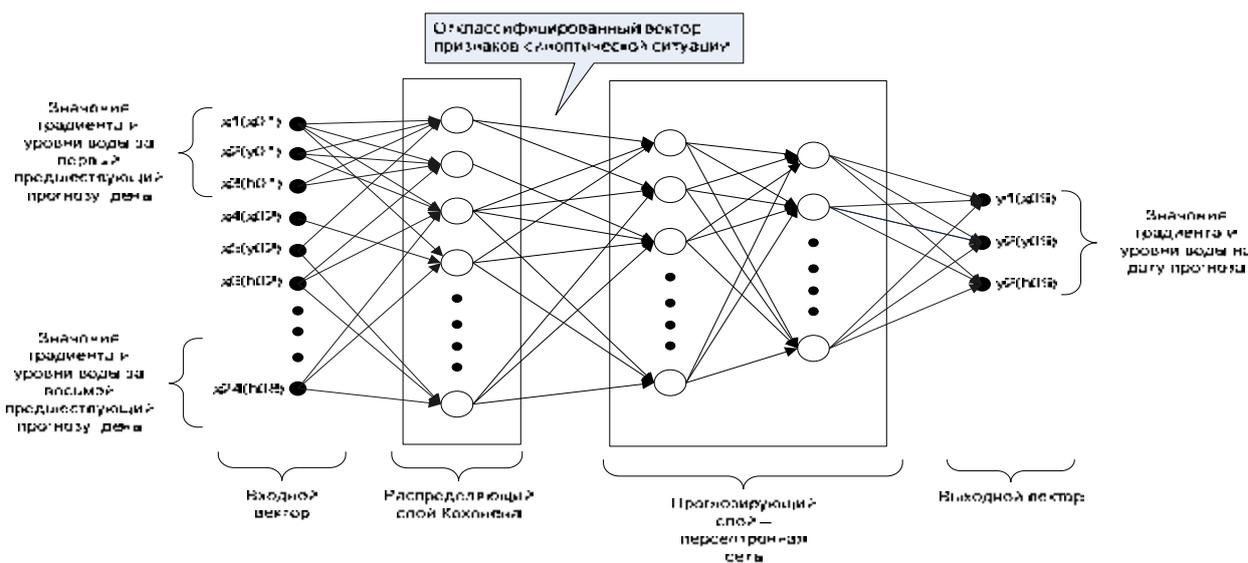


Рис. 1. Структура математической модели нейронной сети

Для осуществления среднесрочного прогноза в модель включается ход параметров ежесуточного регионального градиента температуры за 20 лет и соответствующие ему уровни воды на гидрологическом посту. Для уменьшения влияния свойства нелинейности природных процессов точечное прогнозирование паводка осуществляется с помощью математической модели нейронной сети. Нейронные сети обладают рядом важных для данного случая достоинств:

- осуществляют параметрический прогноз;
- способны к обучению и обобщению накопленных знаний;
- решают слабоформализованные задачи выявления неявных аналогий прецедентов протокола наблюдений;
- способны прогнозировать скачки и события, не наблюдавшиеся ранее в обучающей выборке (таблице прецедентов);
- устойчивы к ошибкам, возникающим на некоторых связях сети;
- способны к дообучению.

Разработана трехуровневая структура нейросети, обладающая рядом функций искусственного интеллекта: позволяет выработать прототип наблюдаемой ситуации и обобщить поведение системы по подобию и преобладанию, что повышает достоверность прогноза.

Трехуровневая нейросетевая модель классифицирует структуру процесса формирования паводка по ежесуточному ходу за 10–20 лет регионального градиента температуры (рис. 2) и уровня воды на гидропостах и даёт точечный прогноз времени наступления и уровня паводка. Способ отработывался на примере четырех малых рек бассейна реки Кубань и показал высокую степень достоверности среднесрочного прогнозирования даты паводка и погрешность прогнозирования уровней от 3 до 14% (рис. 3).

В 2012 году нам были открыты данные для осуществления пост-прогноза на катастрофический паводок в г. Крымске. Результаты подтвердили универсальность метода, объек-

тивность параметра порядка выбранного для процессов, происходящих в атмосфере, способность нейросетевых технологий преодолеть проблему нелинейности динамики природных процессов и обеспечивать эффективный прогноз (рис. 4).

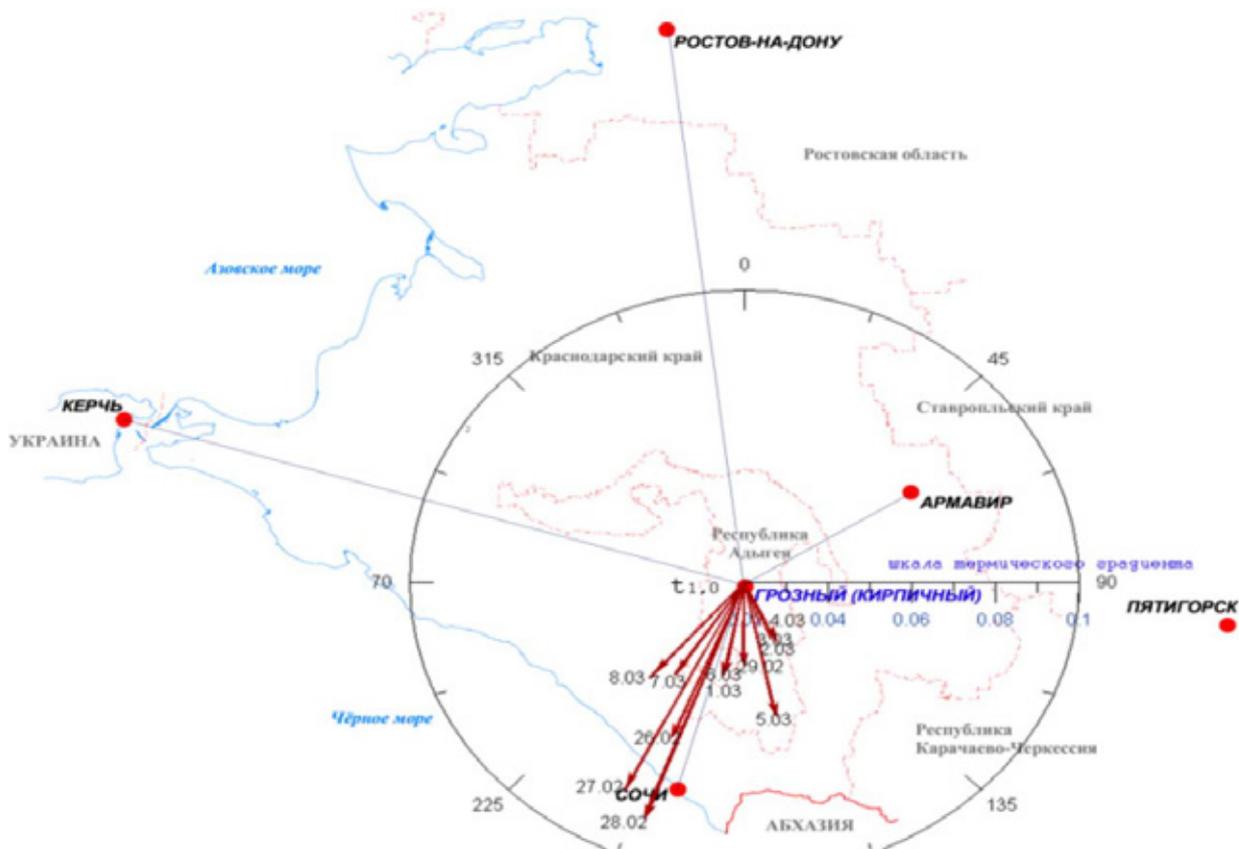


Рис. 2. Ход регионального градиента температуры в пункте прогнозирования за период от 26.02.2004 по 08.03.2004 г.

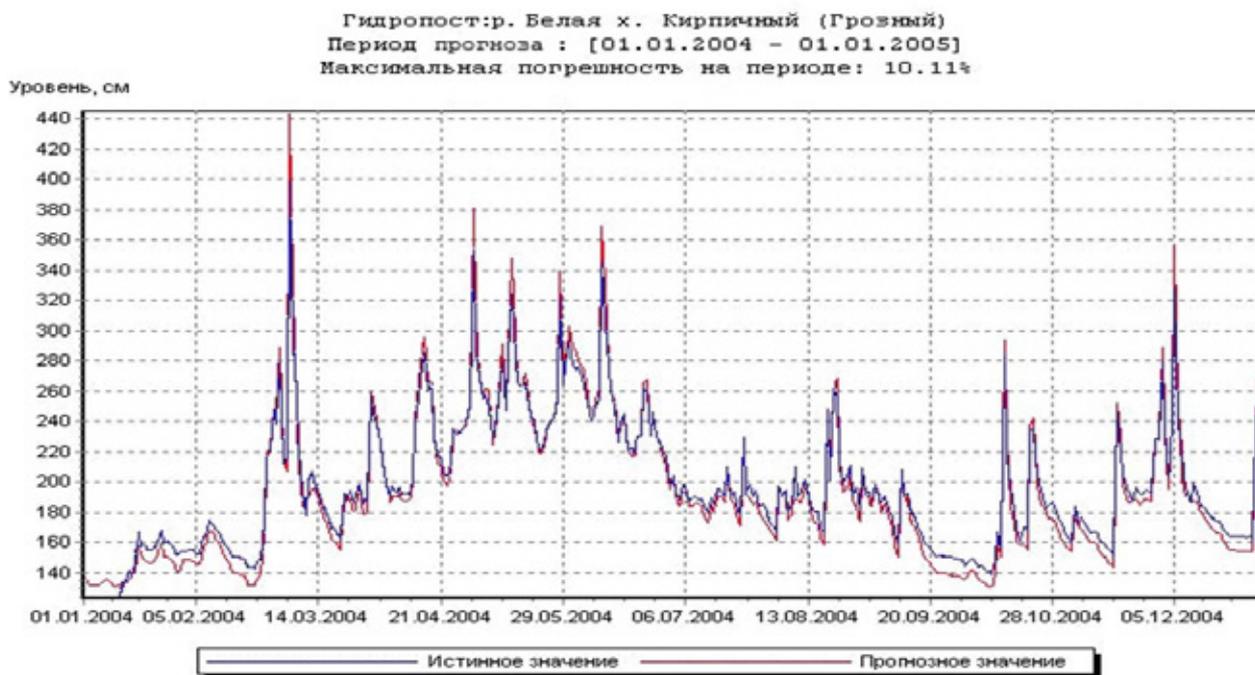


Рис. 3. График прогноза значений уровня подъёма воды. Гидропост х. Грозный р. Белая, 2004 год

Разработанный способ обеспечивает прогнозирование полного спектра гидрометеорологических явлений. В возможности модели входит точечное прогнозирование: даты наступления и уровня паводков, наводнений, нагонов воды на побережьях, зажоров, заторов, шквалов, смерчей. Всех гидрометеорологических опасных явлений, обеспеченных рядами наблюдений.

Модель 2. Способ точечного прогнозирования землетрясений.

Способ основан на решении задачи восстановления методом структурной маски энергетических географических полей структуры поля тектонических напряжений, порождаемого космопланетарными энергетическими полями в фокусе земной поверхности.



Рис. 4. График прогноза значений уровня подъема воды. Гидропост р. Адагум г. Крымск, 2012 год. Максимальная погрешность на периоде – 14,0444%

Новейшие движения земной коры выявляются в соответствие с методом морфометрического анализа тектонических структур [Философов, 1975] в результате сравнительного анализа карт базисных поверхностей построенных относительно тальвегов водотоков однопорядковых речных долин. Так как структура поля высот отображает структуру поля тектонических напряжений, наибольший градиент мощности разностного слоя между базисными поверхностями, выделенными по методу Философова [1968], принимается за меру параметра порядка тектонических процессов. Динамика положения поверхностей выравнивания соответствует ритмам энергетического режима тектонических течений. Вследствие взаимной зависимости и дополняемости процессов поступательного движения, вращения и деформации элементарных объемов геологической сплошной среды [Гончаров и др., 2005], наибольший градиент мощности разностного слоя является интегральным показателем, характеризующим направление, относительную скорость движения тектонических блоков, их реологические свойства, тип тектонического взаимодействия (напряжения сжатия, растяжения, сдвига), позволяет вычислить поворотный момент блоков.

Расчёт наибольшего градиента мощности разностного слоя производился относительно изогипсопахит в узлах равномерной решётки с постоянным шагом. Таким путём вычисляется структура континуального поля тектонических напряжений. Результирующий наибольший градиент мощности разностного слоя, вычисляемый от центра каждого тектонического блока, характеризует его относительную скорость и направление движения. Определены типы тектонического напряжения между блоками и в линейных элементах. Напряжение сжатия фиксируется по факту конвергенции наибольшего градиента мощности разностного слоя, напряжение растяжения – по факту дивергенции наибольшего градиента мощности разностного слоя соседних блоков относительно разделяющих блоки разломов.

Произведена верификация полученной тектонической модели. По оцифрованным картам Д.А. Лилиенберга [2001], обобщающим данные пространственной дифференциации скоростей вертикальных тектонических движений на территории Адыгеи по результатам повторного нивелирования за период 1925–1992 гг., были построены Grid-поверхности и далее рассчитан коэффициент корреляции между инструментальными и модельными значениями скоростей вертикальных движений по каждому тектоническому блоку (табл. 1).

Степень соответствия моделируемых параметров пространственной дифференциации скорости вертикальных движений с данным инструментальных наблюдений подтверждает возможность применения модели для мониторинга и прогнозирования тектонических и сейсмических процессов.

Таблица 1

Коэффициент корреляции между модельными и инструментальными данными скорости вертикальных тектонических движений

Модельные данные за четвертичный период	Инструментальные данные (1925–1992 гг.)	
	средние значения	максимальные значения
средние значения	0,78 t=8,12%*	0,74 t=2,35%*
максимальные значения	0,81 t=9,30%*	0,70 t=8,63%*

* Критерий достоверности t при $t_{табл} = 2,576$.

Вычислены тренды движений тектонических элементов за плиоцен-четвертичное время (5 млн. лет). Определены области концентрации тектонических напряжений: Скалистый хребет и Нагорье Лагонаки [Varshanina et. c. 2015].

Расчёт структуры локального энергетического поля тектонических напряжений произведён в макроблоке южной оконечности Скифской плиты ограниченном с севера Азово-Кубанским предгорным прогибом с юга – Ахтырским коро-мантийным разломом и Северо-Юрской депрессией. Фоновое значение градиента мощности разностного слоя макроблока за четвертичный период выявляет невысокую относительную скорость движения на юго-восток с концентрацией тектонических напряжений в области Скалистого хребта. В пределах макроблока за историческое время известно 21 сейсмическое событие магнитудой от 2,0–5,0.

Вычисленное результирующее значение наибольшего градиента разностного слоя за четвертичный период относительно узлов равномерной решётки макроблока выявило направление и скорость движения точечных элементов макроблока и, следовательно, структуру локального поля в его пределах и по границам (рис. 5). Относительно каждого эпицентра землетрясений вычислен результирующий наибольший градиент мощности разностного слоя – индикатор тектонического напряжения, характеризующий его величину за четвертичный период (рис. 6). Величина множественной корреляции между результирующими наибольшими градиентами мощности разностного слоя в макроблоке и магнитудой составляет 0,43, в каждом блоке, входящем в макроблок она того же порядка – 0,45 (таблица 2).

В целом структурированная относительно поля тектонических напряжений геодинамическая модель содержит иерархию структурных единиц, каждая из которых обладает свой-

ством взаимного структурного подобия относительно всего спектра космопланетарных энергетических полей, что снимает проблему неопределённости их динамических свойств и упрощает вычисление прогнозов с помощью эвристических методов.

Таблица 2

Оценка множественной корреляции между магнитудой землетрясения и параметрами результирующего вектора – индикатора тектонических напряжений в макроблоке

ID	Магнитуда	Величина градиента	X_DELTA	Y_DELTA
9	4,10	24,11	19,53	14,14
20	3,90	27,12	17,15	-21,01
30	3,90	20,84	10,69	-17,89
31	4,20	13,35	9,72	-9,15
34	3,90	50,34	15,49	-47,89
35	3,60	276,41	39,09	-273,63
36	5,00	7,95	1,56	-7,79
70	2,20	98,83	16,93	-97,37
71	3,90	34,28	-13,69	31,43
72	3,60	27,57	-11,67	24,97
85	3,40	13,01	6,35	-11,35
87	3,30	16,06	4,50	-15,42
89	3,30	112,62	46,61	-102,52
90	3,10	178,72	65,58	-166,25
100	4,40	33,43	17,43	28,52
105	3,60	42,63	15,15	-39,85
108	3,10	24,43	24,34	2,08
112	4,00	15,87	8,47	-13,42
119	3,30	147,52	80,06	-123,91
129	3,90	27,82	16,47	-22,43
	X_DELTA		Y_DELTA	Магнитуда
X_DELTA	1,000000		-0,711361	-0,366683
Y_DELTA	-0,711361		1,000000	0,420580
Магнитуда	-0,366683		0,420580	1,000000
YX1	-0,366683			
YX2	0,420580			
X1X2	-0,711361		Множественная корреляция 0,431405429	

Исследование с одной стороны исторической динамики структуры эндогенного поля энергии в фокусе земной поверхности в конкретных геодинамических обстановках, с другой – исторической динамики сейсмических событий, позволяет определить численными методами самоподобные ситуации хода тектонических напряжений и сейсмических проявлений и вычислить соответствующий прогноз.

Предложен порядок действий при точечном прогнозировании сейсмических событий:

- 1 – построение динамической пространственно-временной модели тектонического поведения на территорию неограниченной площади;
- 2 – выделение блоков концентраторов тектонических напряжений;
- 3 – космический мониторинг отметок высот в области концентрации тектонических напряжений;
- 4 – мониторинг наибольшего градиента мощности разностного слоя;
- 5 – мониторинг магнитуды сейсмических проявлений;
- 6 – точечное прогнозирование места, времени и магнитуды сейсмического события эвристическими методами.

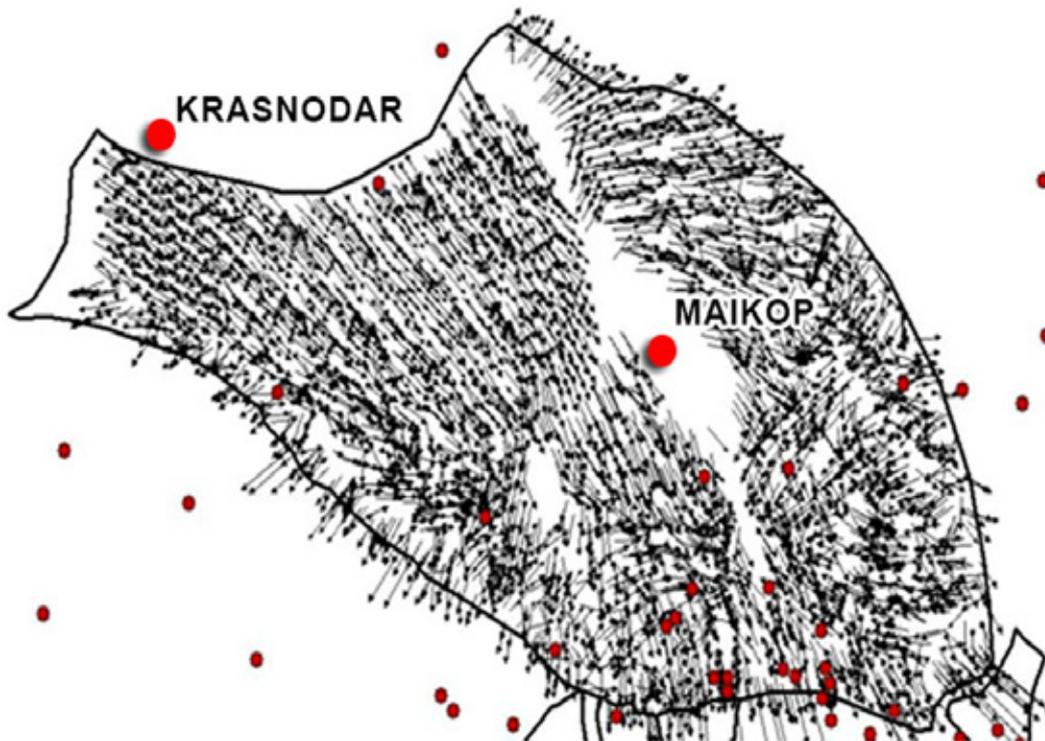


Рис. 5. Структура локального поля тектонических напряжений в макроблоке.
Точки – эпицентры землетрясений за XX век

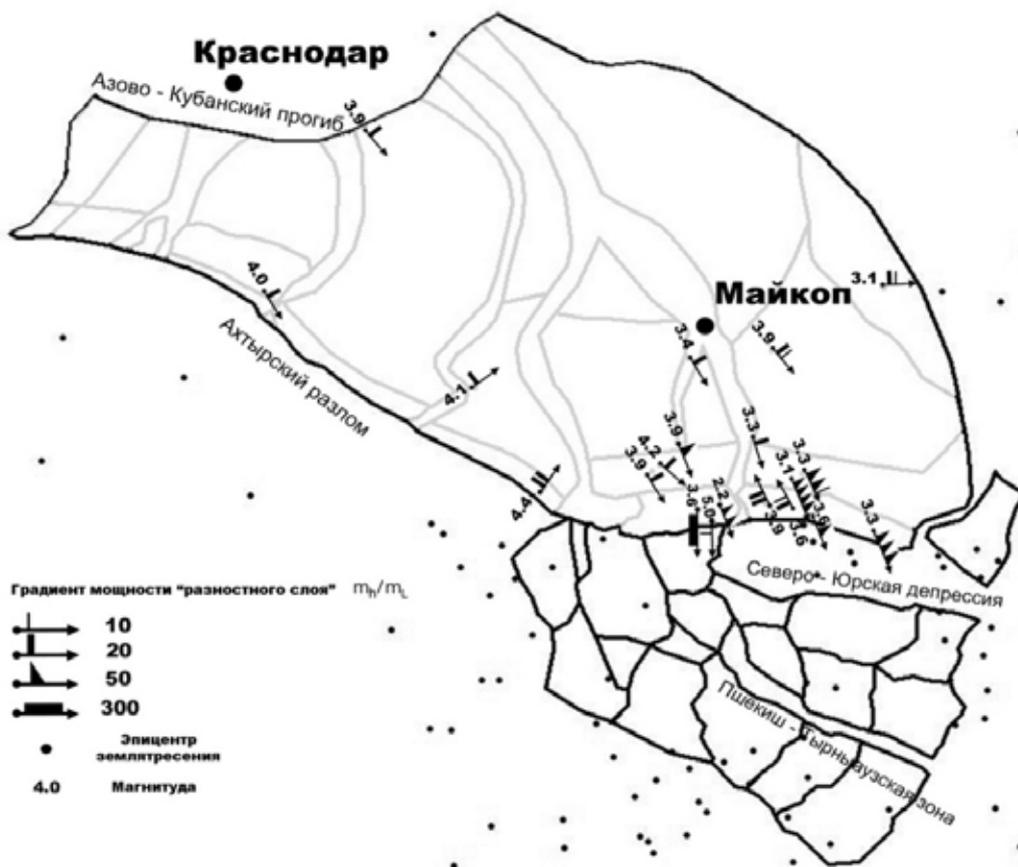


Рис. 6. Результирующие наибольшие градиенты мощности разностного слоя относительно эпицентров землетрясений в макроблоке

Выводы. Создание модели геопространства, в которой каждый объект представлен структурной маской его энергетического поля, онтологически вписанного в структуру космопланетарных энергетических полей и, следовательно, когерентного полному спектру космопланетарных воздействий, снимает проблему неопределённости геопространственных процессов при прогнозировании. Высокая степень нелинейности геопространственных процессов может быть преодолена в результате использования в моделях прогноза интеллектуальных нейросетевых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Варшанина Т.П., Плисенко О.А., Коробков В.Н.* Способ прогнозирования времени наступления и уровня паводков / Патент № 2480825, 2013 г.
2. *T. Varshanina, R. Khunagov, O. Plisenko, V. Korobkov, E. Shtelmakh.* Modelling the Space-Time Field of Tectonic Stresses in the Area of Unlimited Space for Seismic Safety, Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(29), DOI:10.17485/ijst/2015/v8i29/86864, November 2015, 1–9 p.
3. *Гончаров М.А.* Введение в тектонофизику / М.А. Гончаров, В.Г. Талицкий, Н.С. Фролова. М.: КДУ, 2005. 496 с.
4. *Лилиенберг Д.А.* Закономерности и механизмы современной геодинамики морфоструктур Крыма, Кавказа и Каспия / Д.А. Лилиенберг // Проблемы геоморфологии и геологии Кавказа и Предкавказья. Материалы XXIV Пленума геоморфологической комиссии РАН. Краснодар: КубГУ, 2001. С. 45–72
5. *Философов В.П.* Краткое руководство по морфометрическому методу поиска тектонических структур. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1960. 69 с.
6. *Философов В.П.* Основы морфометрического метода поисков тектонических структур / В.П. Философов. Саратов: СГУ, 1975. 232 с.

T.P. Varshanina¹

GENERAL SCIENTIFIC PRECONDITIONS AND PROSPECTS OF PREDICTION OF GEOSPACE PROCESSES FOR THE BENEFIT OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

Abstract. *This work substantiates the need to ontologically couple methods of prediction of geospace processes and fundamental bases of the modern epistemological picture of the world. The method of a structural mask of power geographical fields is offered. On its basis a way of a solution of the problem of indeterminacy and overcoming influence of nonlinearity of geospace processes, as well as the methods of their dot prediction are developed.*

Key words: *the quantum field picture of the world, property of indeterminacy and nonlinearity of geospace processes, method of a structural mask of power geographical fields, dot prediction of geospace processes.*

REFERENCES

1. *Varshanina T.P., Plisenko O.A., Korobkov V.N.* Sposob prognozirovaniya vremeni nastupleniya i urovnya pavodkov [A way of prediction of time of approach and level of floods] / Patent No. 2480825, 2013.

¹ Adyghe State University, the Research Institute of Complex Problems, the Center of Intellectual Geoinformational Technologies, the head, PhD in Biology; e-mail: vtp01@mail.ru.

2. T. Varshanina, R. Khunagov, O. Plisenko, V. Korobkov, E. Shtelmakh. Modelling the Space-Time Field of Tectonic Stresses in the Area of Unlimited Space for Seismic Safety, Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(29), DOI:10.17485/ijst/2015/v8i29/86864, November 2015, 1–9 p.

3. Goncharov M.A. Vvedenie v tektonofiziku [Introduction in a tectonic physics] / M.A. Goncharov, V.G. Talitsky, N.S. Frolova. – M.: KDU, 2005. – 496 p.

4. Lilienberg D.A. Zakonomernosti i mekhanizmy sovremennoj geodinamiki morfostruktur Kryma, Kavkaza i Kaspiya [The laws and mechanisms of the modern geodynamics of morphostructures in the Crimea, in the Caucasus and in the Caspian Sea] / D.A. Lilienberg // Problems of Geomorphology and Geology of the Caucasus and Ciscaucasia. Materials of the XXIV Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences. Krasnodar: KUBSU, 2001. Pp. 45–72.

5. Filosofov V.P. Kratkoe rukovodstvo po morfometricheskomu metodu poiska tektonicheskikh struktur [The brief guide on a morphometric method of searching for tectonic structures]. Saratov: Saratov University Publishing House, 1960. 69 p.

6. Filosofov V.P. Osnovy morfometricheskogo metoda poiskov tektonicheskikh struktur [Bases of a morphometric method of searches for tectonic structures] / V.P. Filosofov. Saratov: SGU, 1975. 232 p.

УДК 528.946(470)

В.М. Яблоков¹, В.С. Тикун²

АТЛАСНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Резюме. Излагается авторское видение концепции Атласной информационной системы (АИС). Аналогично классическим бумажным атласам, АИС представляет пространственную информацию в предустановленных темах и экстентах. АИС представляют информацию в картографическом виде, в т.ч. с использованием мультимедиа (фото, видео, аудио). Пользователь АИС может влиять на содержание, внешний вид, параметры визуализации путем простых манипуляций, т.е. проводить так называемую кастомизацию. Система может также позволить пользователю отображать и анализировать собственную геоинформацию. АИС предлагает интерфейс, понятный в том числе неопытным пользователям и упрощает процесс взаимодействия со сложными механизмами обработки данных. АИС также можно разделить на две группы в зависимости от представления, во-первых, это отдельное приложение с функциями обновления и запросами к серверным базам пространственных и непространственных данных по необходимости, т.е. в большей степени автономное настольное приложение, во-вторых, это веб-приложение, которое полностью находится на сервере и доступно только онлайн.

Ключевые слова: атласные информационные системы, модели устойчивого развития территорий.

Введение. Атласные информационные системы (АИС) являются относительно новой темой в картографо-геоинформационной литературе и представляют собой синтез достиже-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Центр мировой системы данных по географии, Москва, 119991, Россия, аспирант; e-mail: vasily.yablokov@gmail.com.

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория комплексного картографирования, Москва, 119991, Россия, заведующий, докт. геогр. н., проф.; e-mail: tikunov@geogr.msu.su.