МЕТОДЫ И ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

С.З. Савин, С.Л. Турков
Вычислительный центр ДВО РАН,
Хабаровск, Россия
savin.sergei@mail.ru; slturkov@gmail.com

METHODS AND GIS-TECHNOLOGIES FOR MAKING OF CONTROL DECISIONS IN CONDISIONS OF EXTREMELY SITUATIONS

S.Z. Savin, S.L. Turkov
Computer center of Far-Eastern Branch of RAS
Khabarovsk, Russia
savin.sergei@mail.ru; slturkov@gmail.com

Abstract. Submit for consideration some questions for using of methods, GIS-technologies and common structure for algorithm of the making decisions in conditions of extremely situations. The methods of researching: the geosystem approach, noosphere and synergetics theories, the mathematical apparatus of game-theory modeling and pattern recognition, making of the control decisions in conditions of conflict and non-definition. The practical directions use of the results – GIS and GRID technologies, the systems of planning (or support) for making of control decision and artificial intellect in the sphere of regional Natural Resources use.

Keywords: methods, GIS-technologies, algorithm, making decisions, extremely situations.

Введение. Одним из основных направлений развития современных ГИС и ГРИД технологий в сфере природопользования глобального, регионального и локального уровней является разработка высокоинтеллектуальных систем планирования (или «поддержки») принятия управляющих решений (СПР). Исходя из экономических соображений они должны создаваться в виде резидентных (независимых) надстроек над уже имеющимися региональными ГИСами. Или же, возможно самостоятельных, но (по методологии и теории!) методически связанных с ними (посредством ГРИД технологий и «гетерорархически» организованных сетей¹³) аналогичных систем. При этом главным конструктивным элементом (или интеллектуальным «ядром») их архитектуры, которым будет определяться качество их работы «в связке» с исходными ГИСами, должны стать метазнания наук о Земле и Обществе: «метазнания» геоэкологии (рис. 4 «Архитектура СПР» [15]); данные, знания, модели, теории и метатеории географического, экологического и экономического содержания и всех смежных с ними – по областям взаимодействия – наук и современных ИТ-технологий (Knowledge Industry & Knowledge Engineering, Artificial Intellect, etc.).

В условиях СБ и ЧС и в силу специфики объекта, предмета и методов исследования данной области знаний и практики управления процессами ликвидации их последствий, разрабатываемые для служб МЧС СПР должны существенно отличаться от систем, которые обычно создаются для работы в нормальных состояниях функционирования и развития любого региона. При этом основное отличие определяется фактом принципиального изменения объектной и предметной подобластей управления и, следовательно, формой, методами и алгоритмами принятия решений в таких условиях. Например, актуальность и специфика проблемы управления в условиях СБ и ЧС природного и техногенного характера вызваны следующим. Во-первых, в силу их большого разрушительного социального и природного свойства, возможных значительных потерь материальных и финансовых ресурсов общества. Во-вторых, в связи с крайне низкой предсказуемостью опасных ситуаций по времени, месту и мощности возможных СБ и ЧС, особенно природного характера. В-третьих, в связи с огромной территориальной дифференциацией природно-климатических, географических и социально-экономических условий страны, с чем связана вероятность и сила природных СБ, а также величина возможных совокупных потерь. В-четвертых, в связи с наличием значительного количества технологически сложных и крайне вредных и опасных производств на территории страны. В-пятых, в силу принципиального отличия информационной подобласти управления в условиях СБ и ЧС, которая по форме и содержанию не совпадает с принятыми сегодня в стране «организационными» структурами управления (см.: сноску 1).

С целью правильного восприятия логики далее излагаемого материала здесь следует также напом-

¹³ Термин «гетерорархия» известен с начала 90-х гг. прошлого века [3]. Практический смысл разрабатываемых на его основе нейроподобных электронных сетей и структур управления заключается в том, что «они быстро создаются, изменяются и перестраиваются в соответствии с конкретными потребностями общества в процессе функционирования и развития сложно организованных (природных и социальных) систем в пространстве и времени» (см.: пп. 7, 15 и 16, Приложение [Турков, 2003; 2009а, д]). А это, – по крайней мере, для информационных служб МЧС, – является основным технологическим условием, которое они должны учитывать при разработке современных ГИС и ГРИД технологий в процессе принятия управляющих решений в условиях стихийных бедствий (СБ) и чрезвычайных ситуаций (ЧС).

нить, что в современной философии под термином «управление» на высшем уровне организации окружающего нас мира понимается «...функция организованных систем (биологических, технических, социальных), обеспечивающая сохранение их структуры, поддержание режима деятельности, реализацию ее программы, цели» [30]. Таким образом, чтобы эффективно управлять процессами ликвидации СБ и ЧС, нам необходимо точно знать, понимать и учитывать, чем должны ограничиваться объектная, предметная и задачная подобласти управления, каковы особенности принятия решений в таких условиях и какими методами можно решать подобные задачи? Рассмотрим эти аспекты подробнее.

Постановка проблемы. Сегодня научные представления проблем природных опасностей (ПО), СБ и ЧС, в т.ч. и способы их изложения в курсах высшей школы (например, см.: [10]) «страдают», по нашему мнению, из-за отсутствия в них трех – принципиально важных и по методологии последовательно связанных – разделов:

1. «Метазнания» геоэкологии¹⁴ [21–23];
2. Теория управления региональным природопользованием (РП) [21];
3. Информационные методы, модели и технологии принятия управляющих решений (в т.ч. и в условиях естественной «неопределенности» СБ и ЧС; подробнее об этом, см.: [17] и далее по тексту доклада).

Таким образом, в разрезе любого комплекса задач управления (задачи интерпретации, диагностики и мониторинга, планирования и реконструкции, прогноза, управления и т.п.) практикой не обеспечивается требуемое гносеологией главное условие итерационного перехода: «объект» ↔ «предмет» → «методы исследования». Более того, у неё сегодня нет серьезного отношения и к пониманию принципиальной необходимости их использования в процессе принятия сложных управляющих решений.

Из гносеологии известно, что познание и правильная научная интерпретация любых материальных явлений в первую очередь требуют исследования их *ratio* (или исходного начала, принципа, смысла [31]). Именно это и находит свое отражение уже в первом моменте и самом факте возникновения СБ как физических явлений и складывающихся в их итоге ЧС. Однако сами по себе они являются не более чем следствием многоаспектной совокупности происходящих на планете процессов эволюции природы и общества в пространстве и времени; при этом в пределах любого региона и на отдельных территориях они возникают и развиваются в необычных (или специфических) условиях. Подобная «необычность» в целом характеризуется резким переходом исходного состояния объекта (обычно изучаемого в виде следующего комплекса: «территория + население + промышленное производство и инфраструктура») управления некоторого допустимого природного или техногенного порога, за которым наблюдается его разрушение или возрастание уровня опасности для окружающей природной среды и общества.

В познавательном и информационном смыслах описать подобные явления и процессы можно только на основе использования новой парадигмы системного представления окружающего нас мира: теории ноосферы и синергетики; (постулирование нескольких типов хаоса: равновесный, динамический, неравномерный, турбулентный и статистический) и в терминах последней («флуктуации» и «бифуркации»; неустойчивое развитие, равновесие, устойчивое развитие, гибель сложно организованных систем; «консервативные» и «диссипативные» системы и т.п.). Отсюда категориальная сетка, которая – в качестве методологического основания – для любого исследователя и лица, принимающего управляющие решения (ЛПР), в подобных ситуациях становится принципиально иной [2, 5]. Основные (сравнительные) физические и информационные характеристики современных парадигм («термодинамической» и «ноосферной»; объектно-ориентированный и нормативный подходы) системного представления мира представлены в таблице 1 [15]. Там же (в первой части доклада) изложены методология и теория управления сложно организованными (природными и социальными) системами, а также схемы, формулы, отдельные положения и т.п., которые представляют собой «метазнания» геоэкологии; в СПР они должны использоваться как главное конструктивное, т.е. интеллектуальное и информационное, «ядро» их архитектуры (рис. 4). В общем виде объектная и предметная подобласти управления в условиях ЧС представлены на рис. 1.

Важным исходным методологическим моментом для ЛПР является тот факт, что управление в условиях СБ и ЧС должно рассматривать один и тот же объект исследования: активные сложные системы (АСС) класса «природа–общество», что и управление всех перечисленных во Введении уровней, но в особых условиях. Такие системы физически представляют собой взаимно интегрированные целостности систем и объектов, свойства которых не могут быть сведены к свойствам составляющих подсистем и рассматриваются как живые системы, где основным движущим механизмом функционирования и развития является конфликт (в условиях неопределенности). При этом под конфликтом следует понимать «...стремление природы сохранить свое физическое (материально-вещественное), энергетическое и информационное состояние в противовес попыткам человека его нарушить» [8, 14, 20]. Отсюда в терминах синергетики СБ и ЧС в общем виде формулируется как «...процесс резкого пространственно-временного перехода какой-либо АСС

¹⁴ «Метазнания» представляют собой логически (теоретически, методически и технологически) связанные знания высшего уровня об объектной, предметной, проблемной (задачной) подобластях и методах исследования каждой из комплекса наук о Земле и естествознания в целом, общая целевая функция которых направлена на принятие эффективных управляющих решений в процессе «коэволюции» (Н.В. Тимофеев-Ресовский, 1968) природы и общества [Турков, 20096].

класса «природа–общество» из ее текущего и известного состояния в направлении неизвестного и нежелательного состояния, в результате которого в регионе создается новая структура-аттрактор» [21]. Здесь же напомним, что в синергетике под ними понимаются «...такие реальные структуры в открытых нелинейных средах, на которые выходят процессы эволюции в этих средах в результате затухания в них переходных процессов» [5]. Таким образом, достижение подобных (или близких к ним) структур должно являться главной (и завершающей весь цикл управления!) целевой функцией всех требуемых методологий и теорией управления в условиях СБ и ЧС аналитических и расчетных действий и процедур информационных служб МЧС.

Рис. 1. Объектная и предметная подобласти управления в условиях чрезвычайных ситуаций

Второй важный методологический момент, который «связывает» информационную («объектную» + «предметную») подобласть управления с ее «задачной» составляющей, заключается в следующих исходных

положениях ситуационного управления сложно организованными системами. Применительно к АСС класса «природа-общество» установленный нами в процессе исследования проблем РП конфликт и факт «двойственности» их структур, которые далее могут быть сформулированы как общая «целевая функция» ЛПР, на всех уровнях определяется исходя из следующей логической схемы: «мин потеря исходной природной материи $\Leftrightarrow$ тах общественно необходимых материальных благ». Отсюда сущность и практика управления ими определяется следующими аспектами: возможным конструированием и моделированием ЧС (предсказание и прогноз, оценка по аналогии событий и ситуаций и др.), контролем за состоянием потенциально опасных объектов и процессов (мониторинг ЧС), планированием развития ЧС во времени и пространстве посредством оценки всех действий, связанных с его возникновением, методами оценки потерь, способами и затратами на их ликвидацию (реконструкция ЧС), анализа и формирования банков данных и знаний о ЧС и методами их ликвидации, посредством оценки общих потерь и т. п. Таким образом, из всего комплекса перечисленных в первом абзаце настоящего раздела задач ситуационного управления первоочередными (и информационно полными и свободными, т.е. не требующими ввода каких-либо особых критериев оптимальности) для служб МЧС являются первые три (а именно: задачи интерпретации, диагностики и мониторинга), а все остальные их постановки и решения должны носить узко специализированный характер.

Третьим, не всегда верно воспринимаемым практикой и требующим особого внимания ЛПР, но уже чисто технологическим моментом, является крайняя ограниченность времени принятия управляющих решений в условиях уже создавшихся ЧС, что не позволяет достаточно глубоко проанализировать и исследовать её как динамический процесс. Поэтому для информационных служб МЧС следует использовать технологии т.н. «предварительной (или опытной) оценки» всех возможных и допустимых для каждого конкретного региона опасных ситуаций, правильная реакция на которые может быть понята только в процессе постоянных специализированных учений (подробнее об этом, см.: блоки и библиотеки, представленные на Рис. 4 «Архитектура СПР» в работе [15]), и следующего далее системного анализа и синтеза их полных результатов (включая все материальные и экономические потери и затраты общества) [17].

Материалы и методы исследований. Исходя из принятой нами методологии и теории управления, далее следует правильно определить и выбрать некоторую группу методов, которые позволят успешно решать все изложенные выше задачи. Сегодня в мире известны свыше 40 специализированных методов и методик исследования экологических проблем и ситуаций, которые в той или иной мере могут быть успешно использованы и при оценке процессов устойчивого развития территорий, в т.ч. в условиях СБ и ЧС [16]. Среди них особое внимание исследователи обращают на следующие методы и модели:

1. Специальные процедуры: анализ пригодности земли; методы, отвечающие требованиям NEPA; анализ решения; подходы к рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов; имитация и математическое моделирование.
2. Методы перекрытий: метод согласования ценности заменителя;
 - a) адаптивная оценка окружающей среды;
 - b) экспертные методы и оценки;
 - c) метод наложения карт Мак-Харга.
3. Контрольные перечни: методы простых и шкалированных перечней (Little, 1971).
4. Матрицы:
 - a) метод оценки воздействий с помощью машинного моделирования (Krauskopf, Bunde, 1972);
 - b) система оценки окружающей среды методами «шкалирования-взвешивания»;
 - c) метод Бателле (Atkins, 1984);
 - d) матрицы Леопольда (Leopold et al., 1971) и др. методы.
5. Сети: (Duke et al., 1994).
6. Интегральные методы: балансовые, интегральные и методы оценки экологического благополучия геосистем и потенциальной уязвимости природных территорий.
7. Геоинформационные методы: «векторные» и «растровые» карты; смешанные ГИС-технологии и др.
- 8) Методы исследования операций (Operation's Research) и искусственного интеллекта (Artificial Intellect) [14].

В зависимости от каждой конкретной задачи управления при возникновении СБ и ЧС все перечисленные методы в разной степени могут успешно использоваться в текущей практике работы информационных служб МЧС. Однако есть одно важное исходное (теоретическое) и универсальное (методическое) положение, которое требует особого внимания ЛПР: принятие управляющих решений в условиях конфликта и неопределенности. Системный анализ показывает, что для этих целей наиболее подходят методы и модели 7 и 8 групп (математические аппараты теории игр (ТИ) и стратегического распознавания образов (РО)) и, в частности, антагонистические и кооперативные игры, Игры с Природой (Game against Nature), а также связанные с ними и проблемами представления визуальной информации на экранах дисплеев современные ИТ-технологии (в виде примера, см.: [4]). Отсюда возникают следующие требования к реализации архитектуры будущих СПР в сфере РП и их информационного обеспечения. Например, для решения подобных задач вся принятая у нас в стране и представленная в уже существующих региональных ГИСх инфраструктура пространственных данных (ИПД) [9] должна рассматриваться ЛПР с позиций возможного использования именно этих методов и моделей (из ТИ известно, что для полного описания конфликта следует знать: «...кто и как в этом конфликте участвует, каковы у этого конфликта исходы, кто в этих исходах заинтересован и

в чем эта заинтересованность состоит»; Н.Н. Воробьев, 1970). Также известно, что построенные на основе методов ТИ матрицы обладают, по сравнению со всеми перечисленными выше моделями, более широкими информационными возможностями и, главное, они полностью адекватны всем исходным методологическим и теоретическим положениям управления РП и АСС класса «природа-общество».

На рис. 2 в качестве примера представлена теоретико-игровая матрица принятия управляющих решений в условиях СБ и ЧС: здесь под $R(j)$ понимаются природные ресурсы, а под $S(i)$ все возможные и допустимые действия общества; тогда все внутренние элементы матрицы ($a_{i,j}$) будут представлять собой комплекс возникающих на территориях ситуаций. Подобные матрицы обычно рассматриваются в виде некоторого «вложенного» пакета, где каждая следующая за исходной матрица включает в себя все доступные для исследователя как общие, так и специализированные знания (законы распределения, формализованные представления, зависимости и т.п.) об исходном объекте управления. На основе их использования может быть успешно реализовано главное условие взаимодействия в системах класса «природа-общество»: конфликт (в условиях неопределенности). Другим важным их преимуществом является возможность расчета как чистых, так и смешанных стратегий поведения игроков, входящих в эту систему. И, наконец, результаты расчетов не единичны, а многозначны по своему смыслу: решение принимается на основе системного анализа и синтеза некоторых, близких по логике принятия и количественным величинам, «пятен» исследуемого процесса. Такая технология и должна являться первой целью и результатом работы информационных служб МЧС, поскольку все перечисленное, с одной стороны, существенно (по объему информации и затраченному времени) упрощает все предполагаемые технологические действия ЛПР, а с другой, – расширяет его информационные возможности в части системного анализа и расчета будущих управляющих решений.

Рис. 2. Теоретико-игровая матрица принятия управляющих решений в условиях СБ и ЧС

Результаты исследований и их обсуждение. С позиций общей теории управления сложно организованными системами (АСС «природа-общество»; в т.ч. в условиях СБ и ЧС) наибольший практический интерес представляет исследование информационной подобласти принятия решений (задачи правильной интерпретации явления и принятие управляющих решений в условиях неопределенности; см.: рис. 1). Это объясняется тем, что через посредство категории «неопределенность» может быть информационно представлено все допустимое множество состояний системы или объекта; при этом ее «снятие» должно осуществляться посредством информационных процессов. В таком представлении математическая интерпретация настоящей проблемы впервые была сформулирована в 1980 г. А.А. Стогнием и А.И. Кондратьевым [18] и затем развита ими в последующих публикациях [6, 19].

В предложенной ими формулировке в общем виде задача принятия решений в условиях неопределенности $Z(S, \{R\})$ заключается в том, чтобы для любой ситуации S найти такое решение $r \in \{R\}$, которое является наилучшим в некотором смысле. Смысл «неопределенности» выражается в том, что возникает задача выбора способа решения при имеющейся информации об уже решенных проблемах; при этом для дан-

ной конкретной проблемы такого способа в опыте не указано. В этой связи алгоритм, под которым в современной философии понимается «...точное предписание о выполнении в определенном порядке некоторой системы операций, ведущих к решению всех задач данного типа» [30], решения данной задачи является эвристическим (некорректным). А.И. Кондратьевым также была предложена, а С.К. Полумиенко разработана, оригинальная теоретико-игровая схема решения задач вычисления свойств, что непосредственно связано с одним из подходов принятия решений в условиях неопределенности [12]. Кратко она сводится к следующему.

Все допустимое множество ситуаций, входящих в задачу $Z(S, \{R\})$ и непосредственно связанных с множеством принимаемых решений $\{R\}$, можно выразить через $S = (\{A\}, \{P\}, \{I\})$, где: $\{A\}$ – множество объектов, $\{P\}$ – множество предикатов (или свойств системы), $\{I\}$ – множество информации, а конкретные информационные (ситуационные) состояния объектов – через множество вариаций над этими исходными (базовыми) элементами. На них же строятся классы объектов (K_A) и классы ситуаций (K_S).

По Э.Й. Вилкасу, в общем виде оптимальность (G), которая непосредственно связана с множеством $\{R\}$, для простейших задач принятия решений в условиях неопределенности может быть выражена как $G = (X, N, f)$, где: X – множество альтернатив; N – множество «точек зрения» на альтернативы; f – действительная функция на $X \times N$, которая интерпретируется как «показатель качества» альтернативы по каждому $i \in N$ (обычно f представляют в виде вектор-функции $f = (f_i)$, где $i \in N$ и каждая функция f определена на X). Если X и N интерпретировать как множество стратегий двух игроков, а f – в виде функции выигрыша первого игрока (проигрыша второго игрока) на ситуациях X и N , то G можно описывать антагонистическую игру двух лиц [1].

С целью решения данной проблемы А.И. Кондратьев вводит четыре типа задач вычисления свойств (ЗВС; задача поиска свойств – PFP, задача поиска решений – PFD, задача вычисления свойств – PDP, смешанная задача – MP), к последовательности решения которых может быть сведена основная (BP) задача $Z(S, \{R\})$ [6]. Здесь же приводится общая схема ее решения и вводятся 24 задачи, входящих в класс ЗВС и смежных с ними. Проведенный нами (исходя из основ теории информации) системный анализ показывает, что данный подход к решению основной задачи $Z(S, \{R\})$ является весьма конструктивным, но недостаточно проработанным с точки зрения всего комплекса задач управления АСС класса «природа–общество». Отсюда, и исходя из практики решения задач управления РП, в т.ч. в условиях СБ и ЧС, позднее нами было предложено расширение общей задачи ЗВС, которое заключается в вводе еще одного типа этой задачи: PFO – задача поиска объектов.

Предлагается следующая общая схема решения задачи $Z(S, \{R\})$; (рис. 3; подробнее об этом, см.: также работы [20] и др. публикации):

Рис. 3. Структура исходной задачи принятия управляющих решений в условиях неопределенности

здесь $Z(S, \{R\})$ – исходная (основная) задача принятия решений в условиях неопределенности (BP); S – ситуация, $\{R\}$ – множество принимаемых в ней решений. Отсюда (и по аналогии с указанной выше работой А.И. Кондратьева) вводится пять классов задач, к последовательности решений которых может быть сведена задача $Z(S, \{R\})$:

1. задача поиска свойств (PFP) – задача определения, какими свойствами обладает наилучшее решение для данной ситуации;
2. задача поиска объектов (PFO) – задача определения, каким объектам принадлежит наилучшее решение в данной ситуации;
3. задача поиска решений (PFD) – задача выбора для данной ситуации из множества решений такого, которое удовлетворяет заданным значениям свойств;

4. задача вычисления свойств (PDP) – задача вычисления для данной ситуации и для набора принимаемых в ней решений значения набора свойств;

5. смешанная задача (MP) – задача выбора решений для данной ситуации среди множества решений, удовлетворяющего определенным значениям набора свойств, и для выбранных решений вычисление значения другого набора свойств.

В таблице 1. приведены основные постановки (классы) задач вычисления свойств и смежных с ними, решение которых связано с настоящей схемой (рис. 3) и комплексом задач управления в условиях неопределенности. Здесь же необходимо специально отметить, что приводимые в таблице 1. содержательные формулировки задач PFP, PFO, PFD, PDP, MP принципиально совпадают с формальными описаниями задач интерпретации, диагностики и мониторинга. Их общая совокупность включает в себя свыше 360 задач, что позволяет достаточно свободно сформулировать и решить любую задачу из данной группы. Кроме того, очевидна и возможность значительного расширения настоящей информационной подобласти за счет как дополнительного ввода новых (помимо указанных в таблице 1.) классов задач, так и их I, Λ, P, α и других необходимых расширений.

Таблица 1

Классы задач вычисления свойств и смежных с ними [6, 20]

Формальные обозначения	Общие формулировки задач	Названия задач
$Z(\Lambda \rightarrow P) \dots, Z(\{\Lambda\} \rightarrow \{P\})$	Необходимо для объекта Λ, набора объектов Λ^* , множества объектов {Λ} определить наличие предиката P, набор предикатов P^* , множество предикатов {P}	PFP – задача поиска свойств и ее Λ, P расширения
$Z(P \rightarrow \Lambda) \dots, Z(\{P\} \rightarrow \{\Lambda\})$	Необходимо по предикату P, набору предикатов P^* , множеству предикатов {P} определить их принадлежность к объекту Λ, набору объектов Λ^* , множеству объектов {Λ}	PFO – задача поиска объектов и ее P, Λ расширения
$Z(\Lambda^* \rightarrow \Lambda, \alpha P) \dots, Z(\{\Lambda\} \rightarrow \Lambda^*, \alpha^* \{P\})$	Необходимо среди набора объектов Λ^* , множества объектов {Λ} найти объект Λ, наборы объектов Λ^* с заданным значением α, наборами значений α^* предиката P, набора предикатов P^* , множества предикатов {P}	PFD – задача поиска решений и ее Λ, αP расширения
$Z(I, \Lambda \Rightarrow P) \dots, Z(\{I\}, \{\Lambda\} \Rightarrow \{P\})$	Необходимо по информации I, набору информации I^* , множеству информации {I}, для объекта Λ, набора объектов Λ^* , множества объектов {Λ} вычислить значение предиката P, набор предикатов P^* , множества предикатов {P}	PDP – задача вычисления свойств и ее Λ, P расширения
$Z(I, \Lambda^* \rightarrow \Lambda, \alpha P_1 \Rightarrow P_2) \dots, Z(\{I\}, \{\Lambda\} \rightarrow \Lambda^*, \alpha^* \{P_1\} \Rightarrow \{P_2\})$	Необходимо по информации I, набору информации I^* , множеству информации {I}, среди набора объектов Λ^* , множества объектов {Λ} найти объект Λ, набор объектов Λ^* с заданным значением α, значениями набора α^* предиката P_1 , множества предикатов {P ₁ } и вычислить для них значение предиката P ₂ , набор предикатов P_2^* , множества предикатов {P ₂ }	MP – смешанная задача и ее I, Λ и αP расширения

Методология ТИ при принятии управляющих решений (в т.ч. при возникновении ЧС в условиях конфликта и неопределенности) предусматривает последовательную реализацию следующих трех аспектов (а также этапов!) исследования стоящих перед информационными службами МЧС и ЛПР научных проблем.

1. Дескриптивный – т.е. описывающий конфликт как таковой, при котором устанавливаются те или иные черты познания, характеризующие его как структуру взаимосвязанных элементов в их отношениях с другими объектами.

2. Конструктивный – т.е. уточняющий процесс задания отдельных компонент конфликта, в котором рассматривается сознательное изменение познающим субъектом объекта познания и конструирование таких объектов, которых до начала познания не было.

3. Нормативный – т.е. уточняющий цели заинтересованных сторон, который касается разумности, предпочтительности (на основе бинарных отношений этого аспекта имеет вид принципа оптимальности). Учитывая это важное обстоятельство общая структура алгоритма принятия управляющего решения в условиях ЧС представлена на рис. 4; все прочие необходимые пояснения к ней сводятся к следующему.

Прежде всего, нужно специально отметить, что здесь речь может идти только об «общей структуре» алгоритма принятия управляющих решений, которая далее позволит ЛПР в процессе проведения им всех расчетов «выдерживать» и «сохранять» изложенную ранее логику их принятия в направлении возможно более полной реализации установленного выше критерия и принципов оптимальности. При этом ЛПР всегда следует помнить, что каждый из представленных на рис. 4 шагов алгоритма может (и, как правило, должен!) предусматривать разработку вспомогательных (или специализированных) расчетных модулей, связанных с конкретными областями и условиями получения тех или иных управляющих решений.

Дескриптивный аспект. Общее определение термина «метазнания» (МЗ) геоэкологии сформулировано в сноске 2; при этом под «козволучией» в нем понимается «совместность» и «согласованность» всех

процессов функционирования и развития (или, по Н.Н. Моисееву, 1982 – «ноосферогенез») сложно организованных систем класса «природа-общество». Таким образом, теоретически этот процесс может быть классифицирован как сложное информационное взаимодействие 7 взаимосвязанных и пересекающихся геосфер планеты: космо- (т.н. «Ближний» космос), лито-, педо-, гидро-, атмо-, био- и антропо- сферы планеты (рис. 1). В такой интерпретации они и формируют представленную на рисунке 4 исходную базу знаний (БЗ) алгоритма принятия управляющих решений. Тогда теоретическую основу оперативного банка данных (ОБД) определяет следующая формула геоэкологии: ГС (геосферы планеты), ЖР (жизнеобеспечивающие ресурсы). Далее следует связь по исходным теориям: биосферы (БС) и ноосферы (НС); затем – 4 основные, подлежащие оценке и управлению и возможно возникающие в условиях ЧС, ситуации: гибель системы (АСС класса «природа-общество»; ГБ), неустойчивое развитие (НР), равновесие (РВ), устойчивое развитие (УР); затем следуют 3 уровня управления: глобальный (ГЛ), региональный (РЛ), локальный (ЛК). Замыкают эту формулу главные математические аспекты и особенности принятия управляющих решений – конфликт (в условиях неопределенности; КН (УН)) и основные, требуемые для их реализации, методы: теория игр (ТИ), распознавание образов (РО), метод виртуального информационного моделирования (ВИМ) [7].

Методология и теория управления природопользованием любого уровня и для любого региона в концентрированном виде на рисунке 4 выражена в виде комплекса данных о АСС, как о сложно организованной системе («консервативные» + «диссипативные» структуры), подлежащей системному исследованию в процессе конкретно возникающих на территориях региона ЧС и в разрезе каждой из возможных задач управления. Методически далее именно в таком представлении и формируются структуры БЗ и ОБД СПР. Следующий шаг алгоритма заключается в описании исходных объектов посредством его свойств, параметров и показателей ($W = \{A\}, \{P\}, \{I\}$). В итоге в структурах и терминах ТИ формируется исходная матрица $|A|$ (в виде, представленном на рисунке 4 и рисунке 1; см.: работы: [15, 17]; на рисунке 4 настоящего доклада она выделена цветом; далее – на экранах дисплеев – все подобные ей матрицы нами обозначаются как R-S структуры). По смыслу она отражает исходное (до момента возникновения ЧС) состояние региона, которое в дальнейшем рассматривается как «нормативное» его состояние (см.: $|A|_N$ и нормативный банк данных; НБД). Здесь же проводится и системно анализируется (по формуле «типового процесса»: $\max i \equiv \min j$; т.е. в зависимости от уровня «устойчивости» АСС) ее математическая оценка; все дальнейшие информационные состояния возникающих в регионе ЧС последовательно описываются уже через другие и отдельные матрицы R-S: $|B|, |C|, \dots, |n|$ (вполне естественно, что в случае учений служб МЧС подобные «реальные» ситуации заменяются на «виртуальные»).

Конструктивный аспект начинается с процедуры сравнения (в разрезе конкретных, связанных с ЧС, задач управления) матрицы $|A|$ и ее копии в НБД, а также с установленными ранее нормативами, с ситуациями, описываемыми набором матриц $|B|, |C|, \dots, |n|$. Все последующие шаги алгоритма нами подробно описаны ранее, когда рассматривалась методика принятия управляющих решений в условиях неопределенности (см.: рис. 3 и табл. 1). В результате ЛПП должно из множества возможных вариантов выбрать одно или несколько близких (на основе перечисленных в табл. 1 и по значениям функции выигрыша) оптимальных решений: $V_1, V_2, \dots, V_n$. При этом в данной процедуре используются такие понятия ТИ, как множества альтернатив (X), множества «точек зрения» на альтернативы (N), действительная функция (f) на $X \times N$; сравнение этих матриц проводится «попарно»: $|B|, |C|, \dots, |n|$ и т.п.

Далее следует нормативный аспект, который характеризуется вводом некоторых принципов оптимальности и критериев выбора управляющего решения. При этом необходимо использовать математический аппарат ТИ, а также «Теорему о доминировании» (TD) [11, 20]; эта процедура выбора, – по принципу выделения «пятна» процесса РП (рис. 2), – технологически позволяет существенно уменьшить информационную область принятия управляющих решений. На экранах дисплея она должна изображаться (желательно, в 3D формате!) аналогично схемам, представленным в работе [20] (рис. 2, 3); при этом в процессе выбора управляющего решения (DS) используется Положение 16 «Фактор времени» [SR, t] (т.е. «сжатие» структуры и времени перехода АСС; см.: Приложение [27] и рис. 2 [15]). Далее все операции поиска оптимального решения сводятся к попарному расчету функций выигрыша по матрицам $|B|, |C|, \dots, |n|$ и их сравнению между собой (т.е. заключаются в расчете R-S матриц в процессе решения антагонистических игр; $G_1, G_2, \dots, G_n$). Окончательный выбор управляющего решения осуществляется ЛПП на основе сформулированного им сложного оптимума (opt) по результатам расчета выигрышей ($V_1, V_2, \dots, V_n$ и т.д.) с учетом ранее принятой общей целевой функции для систем класса «природа-общество» по схеме и формуле «альтернативного процесса»: $\max i \equiv \min j$.

Рис. 4. Общая структура алгоритма принятия управляющих решений в условиях чрезвычайных ситуаций

Заключение. Кратко изложенная в настоящем докладе одна из возможных ГИС-технологий принятия управляющих решений в условиях СБ и ЧС по существу представляет собой развитие известной еще с 70-х гг. прошлого века (см.: «Исследование СБ»; [29]) так называемой модели «субъективно ожидаемой пользы»; в ней ЛПР должно искать некоторый оптимальный вариант своего поведения на основе неполного знания о складывающихся ситуациях и исходя из своего субъективного отношения к возможным последствиям его действий. Тогда конечный результат решения будет относительным; его можно принимать или

не принимать. Однако следует помнить, что в СПР и других подобных системах искусственного интеллекта необходимость окончательного выбора в итоге всегда остается за ЛПР. То есть, другого научно обоснованного способа эффективно решать заявленные в названии доклада проблемы у нас нет и в ближайшее время явно не будет, поскольку есть только одно условие, при котором можно нивелировать действие известного в науке всеобщего принципа «неопределенности»: *объективно полное познание окружающего нас мира*.

Выводы. Общество всегда, – в силу необходимости и своих возможностей, – решало и будет решать постоянно возникающие на планете проблемы СБ и ЧС; просто (по сравнению с прошлыми условиями) сегодня оно должно это делать на уровне современных знаний, технологий и имеющихся в его распоряжении экономических ресурсов. Отсюда основная, подлежащая решению, научная проблема заключается в современном, возможно более полном и адекватном, методологическом представлении окружающего нас мира и, далее, в его теоретическом описании и использовании в их практических и технологических реализациях. Поэтому дальнейшее развитие ГИС и ГРИД технологий в сфере РП и, в частности, разработка СПР для условий СБ и ЧС, связаны исключительно с верным пониманием и методически правильным применением исходных положений теории ноосферы Э. Ле Руа, П.Т. де Шардена (1927), В.И. Вернадского (1933), современных теоретических представлений о полной ($W = \{\Lambda\}, \{P\}, \{I\}$) системности окружающего нас мира, новой теории энтропии, таких понятий, как «информация», «эксергия» (или «работоспособность», в т.ч. не только технических, но и биологических, включая человека и общество, систем; 3), «виртуальных» информационных моделей, «растровых» карт и т.д. и т.п. технологических решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. Вилкас Э.Й. Оптимальность в играх и решениях. М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1990. 256 с. Vilkas Je.J. Optimal'nost' v igrakh i resheniyah. M.: Nauka. Gl. red. fiz-mat. lit., 1990. 256 p. (in Russian).
2. Делокаров К.Ч. Системная парадигма современной науки и синергетика // Общественные науки и современность, 2000. №6. С. 110–118. Delokarov K.Ch. Sistemnaya paradigma sovremennoj nauki i sinergetika // Obshhestvennyye nauki i sovremennost', 2000. No 6. pp. 110–118. (in Russian).
3. Капра Ф. Системное управление в 90-е гг. // Проблемы теории и практики управления. 1991, №4. С. 5–9. Kapra F. Sistemnoe upravlenie v 90-e gody // Problemy teorii i praktiki upravleniya. 1991, No 4. pp. 5–9. (in Russian).
4. Курпичева Е.Ю., Шамаева Е.Ф. Применение геоинформационных технологий для визуализации индикаторов устойчивого развития // Геоинформатика. 2012, №1. С. 29–35. Kirpicheva E.Yu., Shamaeva E.F. Primenenie geoinformacionnyh tehnologij dlya vizualizacii indikatorov ustojchivogo razvitiya // Geoinformatika. 2012, No 1. pp. 29–35. (in Russian).
5. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным // Вopr. философии. 1992, №12. С. 3–20. Knyazeva E.N., Kurdyumov S.P. Sinergetika kak novoe mirovidenie: dialog s I. Prigozhinym // Vopr. filosofii. 1992, No 12. pp. 3–20. (in Russian).
6. Кондратьев А.И. Теоретико-игровые модели в задачах распознавания. М.: Наука, 1986. 285 с. Kondrat'ev A.I. Teoretiko-igrovye modeli v zadachah raspoznavaniya. M.: Nauka, 1986. 285 p. (in Russian).
7. Косых Н.Э., Савин С.З., Турков С.Л. Виртуальные информационные модели в неогеографии // Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Матер. междуна. конф. «Интеркарто-ИнтерГИС-14». Саратов, Урумчи (КНР), 24 июня – 1 июля 2008 г. Саратов: СГУ, 2008. Т. I. С. 28–32. Kosyh N.Je., Savin S.Z., Turkov S.L. Virtual'nye informacionnye modeli v neogeografii // Ustojchivoje razvitie territorij: teoriya GIS i prakticheskij opyt. Mater. mezhdun. konf. "Interkarto-InterGIS-14". Saratov, Urumchi (KNR), 24 iyunya – 1 iyulya 2008 g. Saratov: SGU, 2008. V. I. pp. 28–32. (in Russian).
8. Кочуров Б.И., Турков С.Л. Методологические аспекты концепции устойчивого развития. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Матер. междуна. конф. «Интеркарто-ИнтерГИС-17». Барнаул, Денпасар (Индонезия), 14–19 декабря 2011 г. Барнаул: ИВЭП СО РАН. С. 141–152. Kochurov B.I., Turkov S.L. Metodologicheskie aspekty koncepcii ustojchivogo razvitiya // Ustojchivoje razvitie territorij: teoriya GIS i prakticheskij opyt. Mater. mezhdun. konf. "Interkarto-InterGIS-17". Barnaul, Denpasar (Indoneziya), 14-19 dekabrya 2011 g. Barnaul: IVJP SO RAN, 2011. pp. 141–152. (in Russian).
9. Кошкарёв А.В. Проблемы становления российских ИПД. ИнтерКарто-ИнтерГИС-20: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. Матер. междуна. конф. Белгород, Харьков (Украина), Кигали (Руанда) и Найроби (Кения), 23 июля–8 августа 2014 г. Белгород: Изд-во «Константа». С. 137–151. Koshkarev A.V. Problemy stanovleniya rossijskih IPD. Interkarto-InterGIS-20: Ustojchivoje razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie. Mater. mezhdun. konf. Belgorod, Har'kov (Ukraina), Kigali (Ruanda) i Najrobi (Keniya), 23 iyulya – 8 avgusta 2014 g. Belgorod: Izd-vo "Konstanta". pp. 137–151. (in Russian).

10. Лекция по безопасности жизнедеятельности [Электронный ресурс]. URL: www.mylect.ru/bgd/bgd/148-2011-06-05-01-21-12.html?showell=1 (дата обращения: 28.08. 2014).
- Lekciya po bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [Elektronnyj resurs]. URL: www.mylect.ru/bgd/bgd/148-2011-06-05-01-21-12.html?showell=1 (data obrashheniya: 28.08. 2014). (in Russian).
11. Оуэн Г. Теория игр. М.: Мир. 1971. 230 с.
- Oujen G. Teoriya igr. M.: Mir. 1971. 230 p. (in Russian).
12. Полумиенко С.К. Теоретико-игровая схема решения задач вычисления свойств: Автореф. дис. ... канд. физ-мат. наук. Киев: 1985. 17 с.
- Polumienko S.K. Teoretiko-igrovaya shema recheniya zadach vychisleniya svojstv: Avtorefer. dis. ... kand. fiz-mat. nauk. Kiev: 1985. 17 p. (in Russian).
13. Полумиенко С.К., Савин С.З., Турков С.Л. Информационные модели и методы принятия решений в региональных эколого-экономических системах. Владивосток: Дальнаука, 2008. 356 с.
- Polumienko S.K., Savin C.Z., Turkov S.L. Informacionnye modeli i metody prinyatiya rechenij v regional'nyh yukologo-yukonomiceskikh sistemah. Vladivostok: Dalnauka, 2008. 356 p. (in Russian).
14. Полумиенко С.К., Рыбаков Л.А., Савин С.З., Турков С.Л. Информационное моделирование стратегий развития региона // Региональные проблемы. 2013. Том 16, №2. С. 99–101.
- Polumienko S.K., Rybakov L.A., Savin C.Z., Turkov S.L. Infomacionnoe modelirovanie strategij razvitiya regiona // Regional'nye problemy. 2013. V. 16, No 2. pp. 99–101. (in Russian).
15. Полумиенко С.К., Савин С.З., Турков С.Л. Метазнания геоэкологии и ГИС-технологии принятия управляющих решений. ИнтерКарто-ИнтерГИС-20: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение. Матер. междуна. конф. Белгород, Харьков (Украина), Кигали (Руанда) и Найроби (Кения), 23 июля–8 августа 2014 г. Белгород: Изд-во «Константа». С. 360–375.
- Polumienko S.K., Savin C.Z., Turkov S.L. Metaznatiya geojekologii i GIS-tehnologii prinyatiya upravlyayushhih reshenij. Interkarto-InterGIS-20: Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie. Mater. mezhdun. konf. Belgorod, Har'kov (Ukraina), Kigali (Ruanda) i Najrobi (Keniya), 23 iyulya – 8 avgusta 2014 g. Belgorod: Izd-vo "Konstanta". pp. 360–375. (in Russian).
16. Региональное природопользование: методы изучения, оценки, управления / П.Я. Бакланов, П.Ф. Бровко, Т.Ф. Воробьева и др.: Под ред. П.Я. Бакланова, В.П. Каракина: Учебн. пособ. М.: Логос, 2002. 160 с.
- Regional'noe prirodopol'zovanie: metody izucheniya, ocenki, upravleniya / P.Ya. Baklanov, P.F. Brovko, T.F. Vorob'eva i dr.: Pod red. P.Ya. Baklanova, V.P. Karakina: Uchebn. posob. M.: Logos, 2002. 160 p. (in Russian).
17. Савин С.З., Турков С.Л. Природные опасности: теория, методы и технологии принятия управляющих решений. Матер. II междуна. научно-практ. конф. «Природные опасности: связь науки и практики». Саранск, 23–24 апреля 2015 г. Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева. С. 382–391.
- Savin S.Z., Turkov S.L. Prirodnye opasnosti: teoriya, metody i tehnologii prinyatiya upravlyajushhih reshenij. Mater. II mezhdun. nauchno-prakt. konf. "Prorodnye opasnosti: svyaz' nauki i praktiki". Saransk, 23–24 aprelya 2015 g. Saransk: MGU im. N.P. Ogareva. pp. 382–391. (in Russian).
18. Стогний А.А., Кондратьев А.И. Информационные системы в управлении. Киев: Изд-во о-ва «Знание» УССР, 1980. 48 с.
- Stognij A.A., Kondrat'ev A.I. Informacionnye sistemy v upravlenii. Kiev: Izd. O-va "Znanie" USSR, 1980. 48 p. (in Russian).
19. Стогний А.А., Кондратьев А.И. Теоретико-игровое информационное моделирование в системах принятия решений. Киев: Наук. думка, 1986. 312 с.
- Stognij A.A., Kondrat'ev A.I. Teoretiko-igrovoe informacionnoe modelirovanie v sistemah prinyatiya rechenij. Kiev: Nauk. dumka, 1986. 312 p. (in Russian).
20. Турков С.Л. Об одной схеме принятия решений в системах искусственного интеллекта // II «Information Theories & Applications». Sofia: FOI-COMMERCE, 1995. Vol. 3, N 7. pp. 19–27. Турков С.Л. Об одной схеме принятия решений в системах искусственного интеллекта // II «Information Theories & Applications». Sofia: FOI-COMMERCE, 1995. Vol. 3, N 7. pp. 19–27. (in Russian).
21. Турков С.Л. Основы теории управления региональным природопользованием. Владивосток: Дальнаука, 2003. 367 с.
- Turkov S.L. Osnovy teorii upravleniya regional'nym prirodopol'zovaniya. Vladovostok: Dal'nauka, 2003. 367 p. (in Russian).
22. Турков С.Л. Теоретические проблемы концепции устойчивого развития территорий. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Матер. междуна. конф. «Интеркарто-ИнтерГИС-13». Ханты-Мансийск, Йеллоунайф (Канада), 12 июля – 4 августа 2007 г. Ханты-Мансийск: НЦП «Мониторинг». Т. I. С. 61–72.
- Turkov S.L. Teoreticheskie problem koncepcii ustojchivogo razvitiya territorij // Ustojchivoe razvitie territorij: teoriya GIS i prakticheskij opyt. Mater. mezhdun. konf. "Interkarto-InterGIS-13". Hanty-Mansijsk, Jellounajf (Kanada), 12 iyulya – 4 avgusta 2007 g. Hanty-Mansijsk: NCP "Monitoring", 2007. V. I. pp. 61–72. (in Russian).
23. Турков С.Л. Основы теории управления региональным природопользованием. Дисс. на соиск. уч. ст. д. г. н. (Специальность – 25.00.36 – геоэкология). Хабаровск: ВЦ ДВО РАН, 2009а (рук.) 387 с.
- Turkov S.L. Osnovy teorii upravleniya regional'nym prirodopol'zovaniya. Diss. na soisk. uch. st. d. g. n.

- (Special'nost' – 25.00.36 – geojecologiya). Habarovsk: VC DVO RAN, 2009a (ruk.). 387 p. (in Russian).
24. Турков С.Л. Игры с природой: Препр. №136. Хабаровск: ВЦ ДВО РАН, 2009б. 19 с.
Turkov S.L. Igrы s prirodoj: Prepr. No 136. Habarovsk: VC DVO RAN, 2009b. 19 p. (in Russian).
25. Турков С.Л. Алгоритм метазнаний геоэкологии // Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Матер. междун. конф. «Интеркарто-ИнтерГИС-15». Пермь, Гент (Бельгия), 29 июня – 5 июля 2009в. Пермь: ПГУ, Т. II. С. 468–479.
- Turkov S.L. Algoritm metaznanij geojecologii // Ustojchivoe razvitie territorij: teoriya GIS i prakticheskij opyt. Mater. mezhdun. konf. «Interkarto-InterGIS-15». Perm', Gent (Belgiya), 29 iyunya – 5 iyulya 2009v. Perm': PGU. V. II. pp. 468–479. (in Russian).
26. Турков С.Л. Энтропийные основы мониторинга // Проблемы региональной экологии, №3, 2009 г. С. 177–182.
- Turkov S.L. Jentropijnye osnovy monitoringa // Problemy regionalnoj jecologii, No 3, 2009g. pp. 177–182. (in Russian).
27. Турков С.Л. Алгоритм метазнаний геоэкологии: Препр. №137. Хабаровск: ВЦ ДВО РАН, 2009д. 23 с.
- Turkov S.L. Algoritm metaznanij geojecologii: Prepr. No 137. Habarovsk: VC DVO RAN, 2009d. 23 p. (in Russian).
28. Турков С.Л. Теоретико-игровая интерпретация теоремы об экономическом районировании. Препр. №178. Хабаровск: ВЦ ДВО РАН, 2012. 31 с.
- Turkov S.L. Teoretiko-igrovaya interpretaciya teoremy ob ekonomicheskom rajonirovanii. Prepr. No 178. Habarovsk: VC DVO RAN, 2012. 31 p. (in Russian).
29. Уайт Г. География, ресурсы и окружающая среда: Пер. с англ. / Ред. и предисл. С.П. Горшкова. М.: Прогресс, 1990. 544 с.
- Uajt G. Geografiya, resursy i okruzhayushhaya sreda: Per. s angl. / Red. i predisl. S.P. Gorshkova. M.: Progress, 1990. 544 p. (in Russian).
30. Философский словарь. Под ред. И.Т. Фролова. 5-е изд. М.: Политиздат, 1987. 590 с.
- Filosofskij slovar'. Pod red. I.T. Frolova. 5-e izd. M.: Politizdat, 1987. 590 p. (in Russian).
31. Хёйзинга Й. Homo ludens / Человек играющий / Пер. с нидерланд. Д. Сильвестрова. СПб: Изд. Дом «Азбука-классика», 2007. 384 с.
- Hyojzinga J. Homo ludens / Chelovek igrayushhij / Per. s niderland. D. Sil'vestrova. SPb: Izd. Dom «Az-buka-klassika», 2007. 384 p. (in Russian).
32. Turkov S.L. Production of Knowledge in Compound organized Making Decision Systems // IJ «Information Theories & Applications». Sofia: FOI-COMMERCE, 1996. Vol. 4, No 8. pp. 3–13.
33. Turkov S.L. The theorem of economic division into districts (the game-theory interpretation) // Applied and Fundamental Studies: Proceedings of the 4th International Academic Conference / November 29–30, 2013. St. Louis, Missouri, USA. Vol. 2. Publishing House «Science and Innovation Center», Ltd. 2013. pp. 197–203. (in Russian).