

## МЕТОДИКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ГЕОСИСТЕМ ЮГА ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (В ПРЕДЕЛАХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

С. И. Пряхин

*Волгоградский государственный педагогический университет*

На основе эколого-географического и геосистемного подходов предложена методика геоэкологического анализа нефтегазопромысловых территорий юга Приволжской возвышенности как сложной природно-технической геосистемы. Показаны основные принципы геоэкологического анализа: природно-хозяйственный мониторинг, геоэкологическое картографирование. Указан алгоритм последовательности выполнения геоэкологического анализа. Особенно обращено внимание на эколого-географическое картографирование и схему его выполнения на основе ГИС-технологий.

Юг Приволжской возвышенности в пределах Волгоградского Поволжья с 1949 г. является крупным нефтегазодобывающим районом. На его территории сформировалась мощная природно-техническая геосистема регионального уровня, включающая естественные ландшафты и системы техногенных объектов – нефтегазопромыслов, представленных 11 месторождениями углеводородов и около 1000 различного рода скважин. Ежегодно добывается 60-70% нефти и 55-60% природного газа Волгоградской области. При обустройстве нефтегазопромыслов и строительстве магистральных трубопроводов степень негативного техногенного воздействия на природную среду достигает своего максимума. За полувековой период нефтегазодобычи из недр региона добыто более 128 млн. т. нефти, около 55 млрд. м<sup>3</sup> газа и 150 млн. т. пластовой жидкости. Для поддержания пластового давления в нефтегазоносные пласты закачано около 70,0 млн. м<sup>3</sup> воды из поверхностных и подземных источников.

Техногенный блок нефтегазовой геосистемы дополнительно представлен предприятиями строительной индустрии, разрабатывающими 13 крупных месторождений карбонатного, керамзитового и кирпичного сырья, 364 гидротехническими объектами, 66 селитебными зонами, автодорогами с твердым покрытием, 650 км магистральных продуктопроводов и др. Кроме того, здесь функционируют предприятия пищевой промышленности, сельского хозяйства и транспорта.

При взаимодействии элементов техногенного блока с компонентами природного блока, формируются своеобразные, еще не достаточно изученные природно-технические геосистемы.

Последствия нерационального природопользования 60-80-х гг. XX столетия при хозяйственном освоении территории юга Приволжской возвышенности трансформировали природно-ресурсное равновесие и устойчивость естественных геосистем, вызвали изменения отдельных свойств их компонентов и привели к острой геоэкологической ситуации в виде проблем геотехноморфогенеза, загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, приземной атмосферы.

В связи с этим, актуальным является использование геоэкологического анализа нефтегазопромысловой территории для определения динамики изменения ее состояния и комплексной оценки ее геосистем.

Эколого-географическая и геосистемная методология исследований позволяет на более высоком научном уровне подойти к оценке влияния техногенных процессов на состояние компонентов окружающей природной среды. Значительно повышается обоснованность экологических заключений при использовании геоэкологического анализа, который все шире внедряется в теоретическую и практическую экологию. Особенно эффективно его использование при оценке природно-технических геосистем.

Хотя исследованиями ряда ученых-геоэкологов Ф.Н. Мильковым, В.Г. Заикановым, Т.Б. Минако-

вой, А.М. Грином, Л.И. Мухиной, Б.И. Кочуровым, В.И. Федотовым, В.А. Брылевым, В.П. Осиповым, С.А. Куролапом, В.Б. Михно, Л.Л. Розановым, А.И. Жировым, А.Н. Ласточкиным и другими подтверждена не только возможность, но и необходимость геоэкологического анализа природно-технических геосистем, но до сих пор нет единой методологии эколого-географического анализа геосистем, и как следствие – методы геоэкологического анализа используются неэффективно.

#### Методика геоэкологического анализа

Геоэкологический анализ – это выявление признаков, характеризующих современное и ожидаемое состояние окружающей среды [4, 9]. Объектом исследования географо-экологического подхода к геоэкологической оценке территории является открытая природно-техническая геосистема, все взаимосвязывающие компоненты которой рассматриваются как равнозначные. Вот почему природно-техническая геосистема представляет собой взаимосвязанную совокупность естественных (природных) и искусственных (техногенных) объектов, формирующаяся в результате эксплуатации инженерных и иных сооружений, комплексов и технических средств. Взаимодействуя с природными объектами (рельеф, почвы, растительный покров, подземные и поверхностные источники, атмосфера), они выполняют единую социально-экономическую функцию [9].

При анализе конкретной системы важно оценить уровень воздействия технологических и технических процессов в границах геосистемы. Следовательно, техногенная геосистема – это образование, формирующееся в любом регионе в связи с происходящей в нем антропогенной деятельностью, замещает природные геосистемы, существовавшие до начала хозяйственной деятельности.

Процесс изменения природного блока техногеосистемы в результате хозяйственной деятельности протекает через специфические каналы миграции вещества и энергии: воздушный, наземный, водный. При этом при наложении процессов воздействия техногенных процессов на природные процессы и явления происходит усиление эффекта его воздействия [10].

Схема взаимосвязи компонентов природного и техногенного блоков природно-технической геосистемы представлена на рис.1. Природный блок представлен экосистемой, которая подразделена на биоценоз – совокупность популяций разных видов живых организмов и на их среду, включая среду обитания человека. Выделение среды в отдельный компонент, согласуется со структурой природно-технической геосистемы, как равноправной с другими ее элементами. Все компоненты техногеосистемы находятся в одной общей среде. Техногенная подсистема подразделена на человеческое общество и техногенные системы и объекты – производство, техника, нефтегазопромыслы.

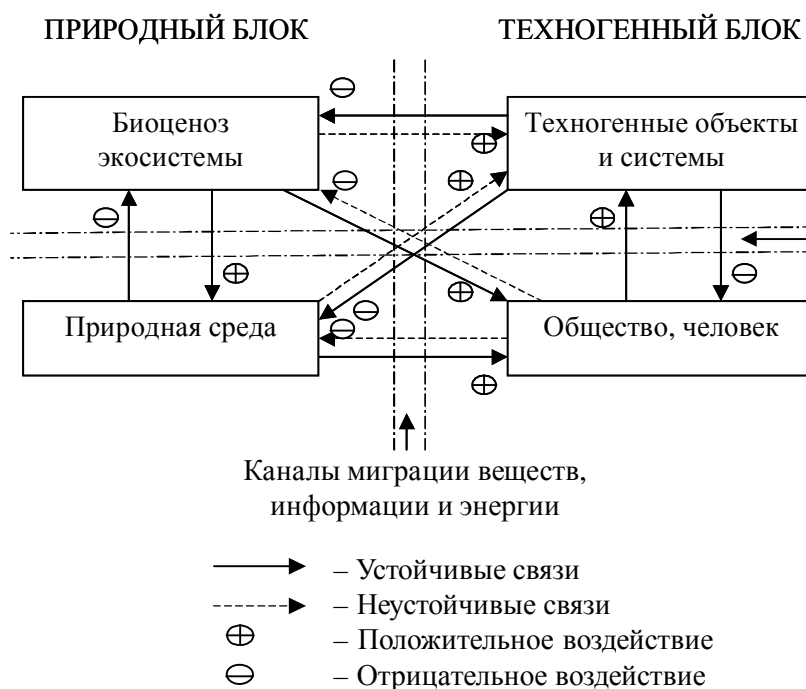


Рис. 1. Схема взаимосвязи компонентов природно-технической геосистемы

Основой геоэкологического подхода к анализу состояния нефтегазопромысловой территории должно быть рассмотрение природно-техногеосистемы как существенно измененной природной системы.

Функционирование природно-технической геосистемы юга Приволжской возвышенности определяется сложным взаимодействием производственных и природных факторов. Исследуемый регион является оптимальным полигоном для изучения фактических и ожидаемых изменений в состоянии природных геосистем, а оценка их геоэкологического потенциала – необходимым вкладом в принятие научно-обоснованных решений по оптимизации дальнейшего хозяйственного освоения территории.

Общая проблема геоэкологического анализа решается на региональном (природно-хозяйственном, геосистемном) и импактном уровнях мониторинга ОС [1, 5]. Природно-хозяйственный (геосистемный) мониторинг – это комплексная система наблюдения и оценки, позволяющая отслеживать состояние и изменения природных геосистем

и последствия их преобразования в природно-технические; оценивать состояние территории, где регистрируются отличия параметров от базового фона, ввиду интенсивных антропогенных воздействий; качественное и количественное содержание исследуемых показателей геосистем в пределах какого-либо региона [10]. Импактный (локальный) мониторинг – это слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах (районах) с сильным воздействием локального масштаба.

Последовательность проведения геоэкологического (природно-хозяйственного) мониторинга исследуемой территории и реализации его основных функций представлена в виде структурной схемы (рис. 2).

Мониторинг природно-технических геосистем базируется на детальном анализе критериев техногенеза и современных информационных технологий, позволяющих в условиях нефтегазопромысловых территорий минимизировать негативные последствия воздействия на окружающую природную среду.



Рис. 2. Структурная схема комплексного геоэкологического мониторинга исследуемой территории, по Жирову А.И. [6]

Особенностью геоэкологического мониторинга является необходимость широкого применения качественной и количественной информации, интервальных шкал измерений, обязательность выполнения диагностики и классификации состояния геосистем на основе трех уровней остроты экологической ситуации: критической, напряженной и конфликтной [8].

Проведение мониторинга, наряду с решением задач экологической и техногенной безопасности, дает возможность получать данные об эмиссиях и как следствие – вредном воздействии на геосистемы для предотвращения возможного экологического ущерба.

Идентифицирование технологического (постоянного) и аварийного загрязнения (особенно нефтяного) геосистем в процессе геоэкологического анализа позволяет оценить и адекватно отразить его количественные показатели.

При оценке нефтяного загрязнения, его величины и состояния компонентов геосистем зависит от следующих наиболее важных составляющих, именно: 1) объема поступивших загрязняющих веществ; 2) вида поллютанта; 3) периода экспозиции; 4) сезонов года; 5) степени опасности загрязняющего вещества.

Специфика постоянного техногенного загрязнения и его последствия несопоставимы с так называемым аварийным загрязнением.

Нефтегазопромысловый техногенез, характеризующийся непрерывным поступлением вредных веществ в окружающую природную среду в объемах значительно превышающих предельно допустимые, по его негативным последствиям можно расценивать как аварийное загрязнение. Это означает, что при геоэкологическом анализе состояния геосистем на первое место выходят методы для определения качественных и количественных параметров аварийного нефтяного загрязнения. При этом в условиях нефтегазопромыслового освоения исследуемой территории опасность для геосистем выражается: 1) в концентрации вредных химических веществ, применяемых при нефтегазодобыче, в критических количествах; 2) в превышении по кратности предельных норм воздействия; 3) в наступлении экологического риска для особо охраняемых природных территорий, пространственно совпадающих с нефтегазопромыслами по количественной величине их загрязнения. Кроме того, к проблеме научного обеспечения экологической безопасности в природно-техногенной среде относятся современные техно-

логии, реализующиеся в разных отраслях экономики, и прежде всего, в нефтегазодобывающей, а также осуществляемых в рамках национальных приоритетов и программ.

Геоэкологический анализ территории направлен на создание научных основ решения проблем оздоровления экологической ситуации, оптимизации природопользования и включает комплекс методов: сравнительно-географический, геосистемный, геохимический, статистический, картографический, геоинформационный. Он предполагает изучение связей между природным и техногенным блоками техногеосистемы.

Одна из основных задач геоэкологического анализа – оценка состояния исследуемой территории как геосистемы топологического уровня основного носителя эколого-географической информации, на котором и возникают экологические ситуации и проблемы [4, 6, 8]; оценить конкретные нарушения и пути их устранения или смягчения, не допуская перерастания на более высокий иерархический уровень [7].

Разработанная методика геоэкологического анализа способствовала выделению алгоритма последовательности его проведения (рис. 3). Среди этапов осуществления геоэкологического анализа можно назвать основные: 1) анализ литературных источников, детальное изучение топографических карт, фондовых материалов, составление первичного картографического материала; 2) полевые натурные исследования в зонах влияния техногенных объектов; 3) обработка и анализ космических снимков и полевых материалов с использованием данных анализа литературных источников; 4) анализ техногенных систем и объектов как источников негативного воздействия на геосреду, рельеф, почвы, подземные и поверхностные воды, атмосферу; оценка их состояния и изменения; 5) выявление комбинаций экологических проблем и наиболее острых экологических ситуаций, их классификация и зонирование; 6) эколого-географическое картографирование полученных данных об экологическом состоянии территории; 7) объединение результатов анализа исходных материалов и полученных в ходе исследования данных в теоретическом их обосновании и обобщении; 8) разработка оптимизационных мероприятий и предоставление информации в муниципальные органы управления для принятия решений.

#### **Цель и задачи геоэкологического анализа**

Основная цель – проведение анализа природно-технических геосистем для оценки влияния

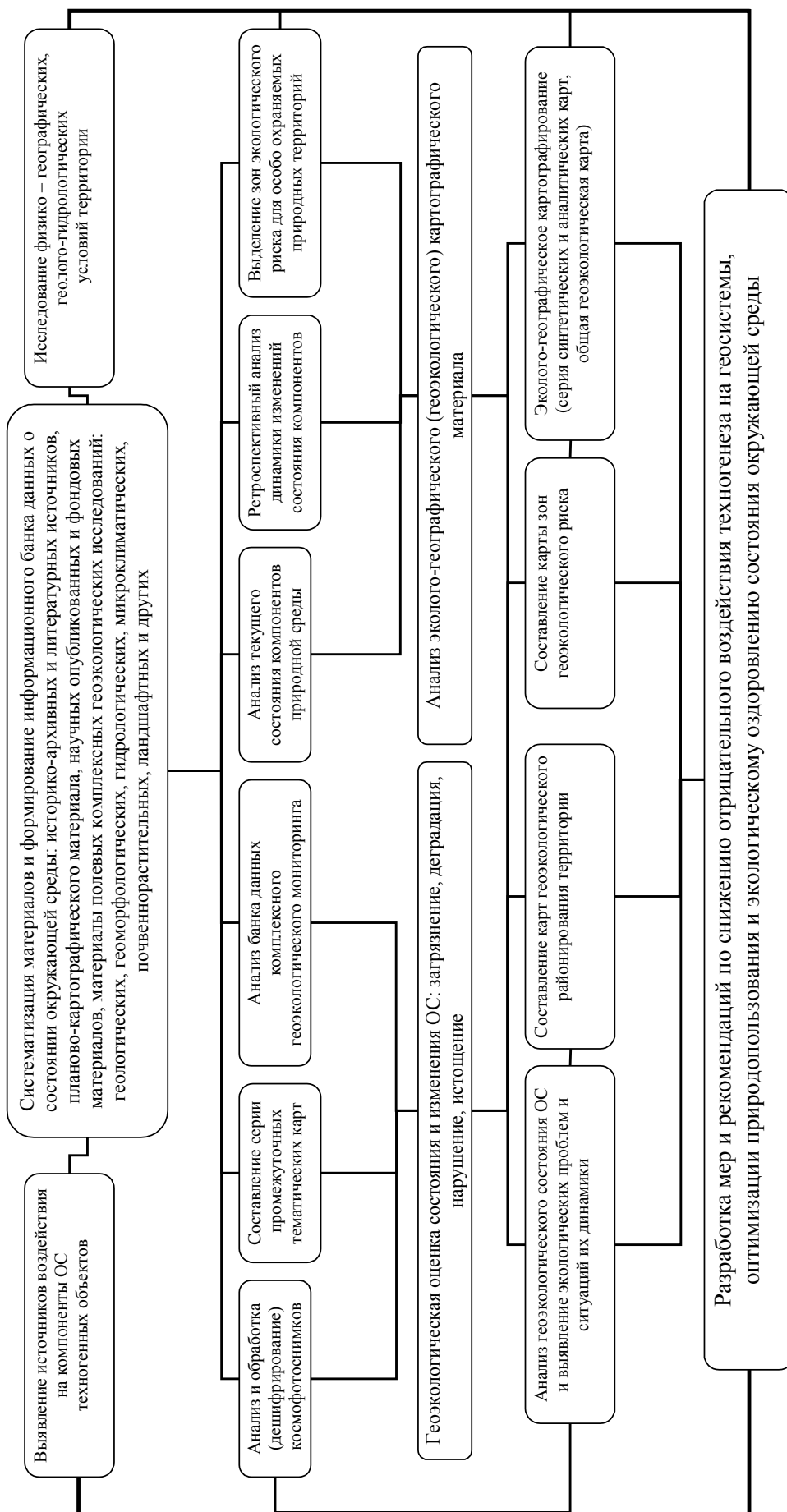


Рис. 3. Блок-схема эколого-географического (геозоологического) анализа состояния окружающей среды исследуемой территории (составлена автором, 2003)

объектов нефтегазодобычи и других видов техногенеза на естественную геосистему и ее современное состояние. В задачи геоэкологического анализа входит: 1) анализ историко-архивных, литературных, картографических, научных и фондовых материалов; 2) проведение полевых исследований в зонах влияния техногенных объектов; 3) анализ и дешифрирование космических снимков; 4) анализ техногенного воздействия на компоненты геосистемы (горные породы, рельеф, атмосфера, почвы, подземные и поверхностные воды); 5) оценка состояния и изменений основных геокомпонентов, определение уровня загрязнения атмосферного воздуха, почв и водных объектов; 6) выявление комбинаций экологических проблем и острых экологических ситуаций; 7) эколого-географическое картографирование исследуемой территории; 8) разработка рекомендаций для принятия природоохранных решений.

В основу геоэкологического анализа положены результаты натурных исследований на территории юга Приволжской возвышенности с 1992 по 2006 гг, материалы областного управления статистики, комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Волгоградской области, данные мониторинга за загрязнением почв, подземных и поверхностных вод, приземного слоя атмосферы МУ «ГУАОККОПС» (Волгоградского городского управления аналитического и оперативного контроля качества окружающей природной среды), лабораторий экологической безопасности ОАО «ЛУКойл-ВолгоградНИПИморнефть» и Жирновского центра санэпиднадзора с применением средств экологического контроля и высокочувствительного химико-аналитического оборудования. Химический анализ содержания приоритетных загрязнителей позволил определить их в природно-техногенных средах на уровне следовых концентраций.

### Геоэкологическое картографирование

Процесс картографирования основывался на главных принципах: геосистемность, экосистемность, географичность и историзм [3, 6].

Принцип «геосистемности» предполагает представление объекта картографирования (юг Приволжской возвышенности), как сложной техногеосистемы, включенной в ландшафтную структуру окружающей территории. Рассматриваемый регион предстает в виде системного единства природной геосистемы, «техногенного покрова» и населения. Исходя из этого принципа создано два тематических блока карт аналитического характе-

ра: 1) отражающие природно-экологические особенности территории (результат ландшафтогенеза); 2) показывающие ее техногенно-экологические особенности (инженерно-технические и др.) как результат техногенеза.

Принцип «экосистемности» базируется на экологическом методе исследования, который допускает прием сознательного исключения отдельных элементов, экологическая роль которых с точки зрения конкретной задачи незначительна. Таким образом, экосистемный принцип требует определенной методологической схемы в содержании и структуре эколого-географического картографирования территории: 1) создание карт, отражающих эколого-ресурсный потенциал территории; 2) выделение и оценка эколого-ландшафтного каркаса изучаемого региона; 3) создание карты геоэкологического риска для особо охраняемых природных территорий; 4) создание карт геоэкологического районирования на основе комплексной геоэкологической обстановки; 5) создание геоэкологической карты как итогового картографического документа.

Оптимальным вариантом геоэкологического картографирования результатов дистанционных исследований заключается в сочетании легенд карт аналитического и синтетического типов [2].

Создание карт геоэкологического характера, отражающих современное состояние картируемого объекта, предполагало использование материалов дистанционных съемок [2]. Процесс обработки материалов состоял из следующих этапов: 1) постановка задачи; 2) нормализация исходных данных; 3) ввод в компьютер исходных данных; 4) графическое оформление карты; 5) интерактивное дешифрирование карты; 6) вывод картографического продукта.

При обработке информационных данных и подготовке к составлению карт на основе ГИС-технологий составлялась вручную «рабочая» карта или использовалась топографическая основа, которые затем вводились в компьютер при помощи сканирующего устройства с последующей качественной проработкой компьютерными графическими программами: Adobe Photoshop CS 8.0, Corel Photopaint 11.0, CorelDRAW 11.0 и 12.0.

В пределах природно-технической геосистемы экологическая система с зависимостью между входным и приходным воздействием (причинно-следственной связью компонентов) позволяет смоделировать их (рис. 1) на основе компьютерных технологий с использованием современного программно-технического обеспечения. В результате

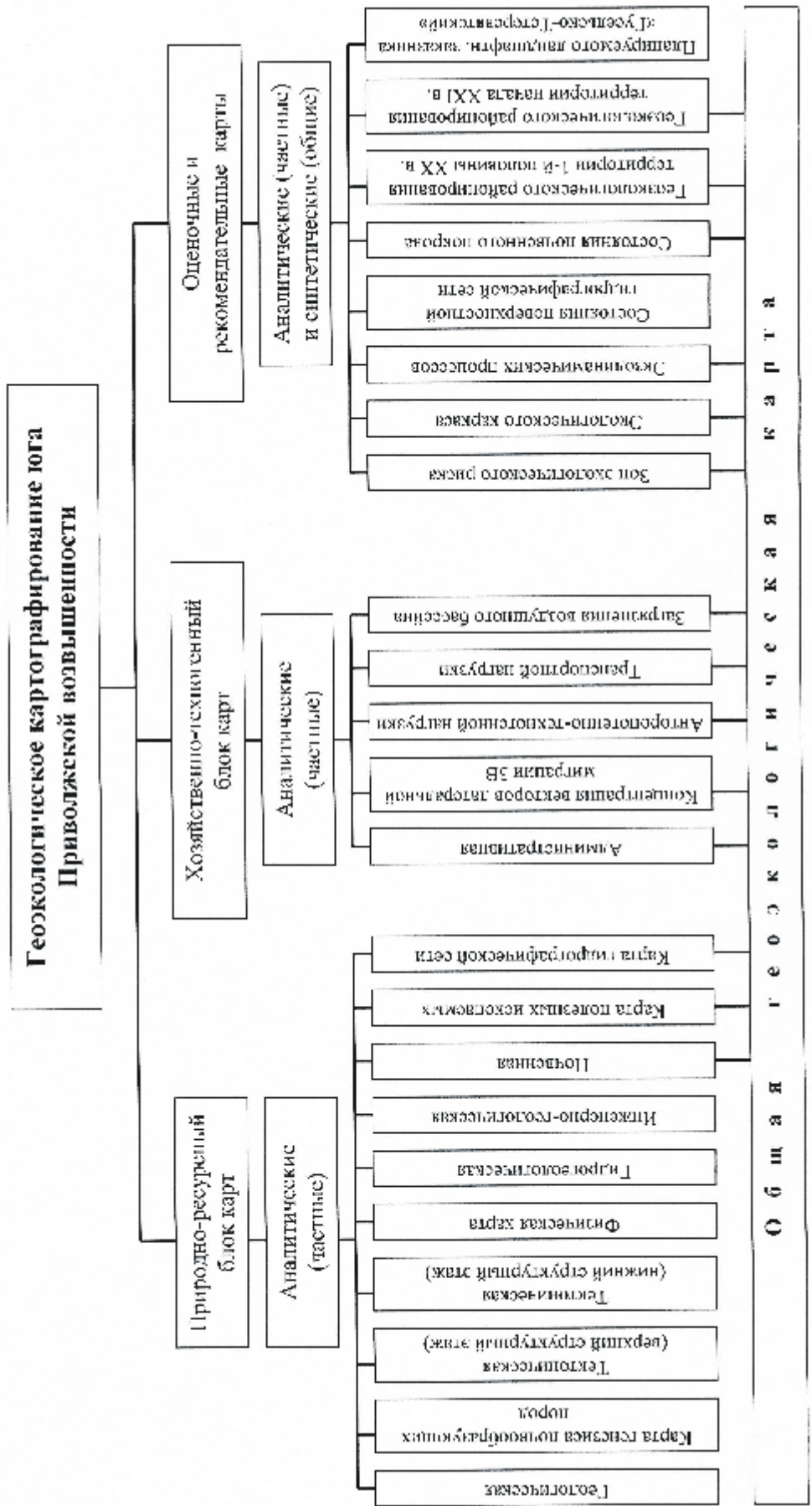


Рис. 4. Блок-схема геоэкологического информационно-картографического обеспечения исследований рассматриваемой территории (составлена автором, 2005)

создается геоинформационная система (ГИС). В более широком понимании она является геоэкологическим информационно-картографическим обеспечением проведенных исследований как совокупности экологической информации и картографического материала о процессах, явлениях, событиях, объектах, присущих изучаемой геосистеме (рис. 4).

Экологическое картографирование – это совокупность аналитических и синтетических карт (природно-ресурсного, хозяйственно-техногенного и оценочно-рекомендательного блоков), содержащих экологическую информацию о состоянии природно-ресурсного потенциала, естественных компонентов геосистем, процессах техногенного давления, геоэкологическом районировании территории, формировании экологического каркаса и т.д.

База данных информационно-картографического блока включает информацию о почвообразующих породах и почвах, рельефе, гидрографических объектах, загрязнении приземной атмосферы, почв, подземных и поверхностных вод и др.

Вывод информации представляется пользователю в надлежащем для исполнения виде: таблицы, графики, диаграммы, карты-схемы. При этом, реализуется возможность, как отображения всех результатов на экран монитора, так и их вывод на электронные и бумажные носители.

Полученные нами результаты при выполнении геосистемного мониторинга и геоэкологического анализа показали, что на исследуемой территории существуют зоны локального и регионального загрязнения с превышением нормативных показателей вредных веществ.

Это характерно для таких природно-технических геосистем как: нефтегазопромысловая, горно-техническая, транспортно-дорожная, селитебная. В гидротехнической и агролесомелиоративной техногеосистемах содержание реципиентов на уровне фоновых показателей.

Геоэкологический анализ позволил сопоставить между собой разнообразную пространственно привязанную информацию и представить результаты анализа в форме удобной для восприятия. Рутинные операции геоэкологического анализа легко автоматизируются методом выстраивания внутреннего языка программирования – SML в ГИС PC ARC/INFO. Это делает геоинформационную систему незаменимым инструментом для проведения анализа информации о состоянии природно-технических геосистем.

Геоэкологический анализ способствовал комплексной оценке экологического состояния нефтегазопромысловой территории с интенсивным хозяйственным освоением и разработке рекомендаций по оптимизации природопользования.

Работы, выполненные по геоэкологическому анализу и оценке состояния изучаемой территории, ее картографированию позволили перейти к формированию геоинформационной системы как основы геоэкологического информационно-картографического обеспечения исследований.

Геоэкологическое картографирование исследуемого объекта в электронном виде может иметь большое практическое значение и позволяет не только оперативно применять построенные карты, таблицы, схемы, но и корректировать их содержание и создавать новый графический материал на основе последующих исследований и возможностей программно-аналитического блока ГИС.

Комплексный подход к геоэкологическому анализу состояния природно-технических геосистем юга Приволжской возвышенности с использованием целого комплекса методов практически не проводился, а значит, данная проблематика является актуальной на сегодняшнем этапе развития исследовательских работ в Волгоградской области.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова А. А. Методология экологического мониторинга при разработке месторождений Нижнего Поволжья / А. А. Акимова, Ю. Г. Безродный // Нефтяное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 78-82.
2. Брылев В. А. Принципы и методы составления среднemasштабной областной экологической карты : метод. рекомендации / В. А. Брылев, Е. В. Агарков, А. В. Шугаев. – Волгоград: Перемена, 2000. – 260 с.
3. Верещака Т. В. Моделирование экологических ситуаций на базе карт экологических факторов / Т. В. Верещака, А. Р. Добс // Геодезия и картография. – 1997. – № 3. – С. 46-51.
4. Грин А. М. Геоэкологический анализ / А. М. Грин, Н. Н. Ключев, Л. И. Мухина // Изв. РАН. Сер. География. – 1995. – № 3. – С. 21-30.
5. Жердев В. Н. Геоэкологический мониторинг исследования контрольных параметров особо охраняемых территорий / В. Н. Жердев, А. Н. Орлов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – Воронеж, 2001. – № 1. – С. 139-142.
6. Жиров А. И. Геоэкология. Методика геоэкологических исследований. / А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. Герцена, 2002. – 135 с.



7. Заиканов В. Г. Комплексная геоэкологическая оценка территорий (основные положения методики) / В. Г. Заиканов, Т. Б. Минакова, Е. Б. Смирнова. – М.: Ин-т геоэкологии РАН, 1997. – 67 с.

8. Кочуров Б. И. География экологических ситуаций (экодиагностика) / Б. И. Кочуров // Проблемы региональной экологии. – М., 1997. – С. 6-7; 88.

9. Розанов Л. Л. Геотехноморфогенез и прогнозирование природоохранных проблем / Л. Л. Розанов // Гео-

графическое прогнозирование природоохранных проблем. – М., 1988. – С. 31-32.

10. Федотов В. И. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиеническое зонирование городской среды / В. И. Федотов, С. А. Куролап // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – Воронеж, 2001. – № 1. – С. 120-123.