

# Методы и средства регионального программирования для освоения нефтегазодобывающих районов и месторождений Сибири и Дальнего Востока

**В.Р. Хачатуров**

д.ф.-м.н., профессор, зав. отделом<sup>1</sup>, академик<sup>2</sup>, академик<sup>3</sup>

**В.Н. Бобылев**

научный сотрудник<sup>1</sup>

**А.В. Злотов**

к.ф.-м.н., зав. сектором<sup>1</sup>

**И.А. Крылов**

к.ф.-м.н., старший научный сотрудник<sup>1</sup>

**А.Н. Соломатин**

к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник<sup>1</sup>  
[solan116@mtu-net.ru](mailto:solan116@mtu-net.ru)

<sup>1</sup>Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российской академии космонавтики, Москва, Россия

<sup>3</sup>РАЕН, Москва, Россия

**Рассматривается концепция регионального программирования — области региональной экономики, где разрабатываются теория и количественные методы решения задач, возникающих при комплексном освоении территорий. Приводятся математический аппарат, основные возможности программных средств регионального программирования и их использование при планировании развития газо- и нефтедобывающих регионов, проектировании генсхем обустройства месторождений и т.д. Анализируются перспективы использования регионального программирования при освоении новых добывающих районов Восточной Сибири и Дальнего Востока.**

## Материалы и методы

Методы решения задач дискретной оптимизации, многоэкстремальных и многокритериальных задач, комбинаторные методы, имитационные модели; реализация автоматизированных систем планирования и проектирования.

## Ключевые слова

региональное программирование, перспективное планирование, проектирование генеральных схем обустройства, нефтегазодобывающий регион, нефтяные и газовые месторождения, автоматизированные системы планирования и проектирования, комплексное освоение Восточной Сибири и Дальнего Востока

## Региональное программирование

Настоящая работа находится в русле основных направлений исследований отдела методов проектирования развивающихся систем Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН (ВЦ РАН), где в течение нескольких десятилетий ведутся работы по решению задач комплексного освоения территорий. В результате проводимых исследований сформировалось новое научное направление — региональное программирование, под которым понимается «область региональной экономики, где разрабатываются теория и количественные методы решения задач, возникающих при составлении проектов программ комплексного освоения территорий» [1].

Под региональным программированием мы понимаем разработку теории и количественных методов решения задач, возникающих при составлении проектов территориальных программ, то есть проектов программ (схем) комплексного освоения отдельных участков территории. Региональное программирование можно считать методической основой регионального планирования для составления программ комплексного освоения территорий.

К задачам регионального программирования можно отнести большой комплекс задач, возникающих при освоении новых территорий и регионов. Это такие задачи, как задача размещения территориально производственных комплексов различного назначения, задачи построения, анализа и развития коммуникаций, задачи управления производственно-транспортными комплексами и ряд других задач территориального планирования и проектирования. Характерной задачей регионального программирования является задача проектирования генеральных схем обустройства нефтяных и газовых месторождений.

К основным проблемам, возникающим при решении задач регионального программирования, относятся неформализуемость полного описания процесса освоения, неопределенность исходной информации, взаимовлияние различных факторов, имеющее нелинейный характер, динамика, многоэкстремальность, многокритериальность, необходимость динамического проектирования.

Опишем на примере решения задачи проектирования обустройства месторождения общие методологические принципы решения задач регионального программирования [1].

1. Декомпозиция и композиция задачи проектирования. Решение задачи проектирования в общем виде невозможно из-за огромной размерности получаемой задачи и наличия специфических ограничений для каждой из систем обустройства. Поэтому общая задача проектирования разбивается на решение задач проектирования для каждой из систем обустройства (декомпозиция задачи). Далее

для каждой из систем находится не только оптимальный, но и «близкие» к нему проекты, анализ объединения которых с проектами других систем обустройства (синтез задачи) и позволяет найти наиболее приемлемый — «реальный» проект для внедрения.

2. Аппроксимирующие задачи. Решение задач проектирования может оказаться невозможным из-за сложного вида стоимостных функций и наличия специфических ограничений. Поэтому строится набор аппроксимирующих функций, для которых разработаны методы формирования и оптимального, и «близких» к нему решений с последующим пересчетом исходного функционала задачи на «близких» решениях.

3. Многокритериальность задачи. Стандартные методы оптимизации позволяют получать оптимальные или приближенные решения только по одному критерию, обычно по стоимости проекта. Однако при выборе «реального» проекта для внедрения его необходимо проанализировать и по ряду других, часто не формализуемых, критериев. Анализ множества «близких» решений при совокупности критериев как раз и позволяет выбрать «реальный» проект для внедрения.

4. Многоэкстремальность задачи. Характерной особенностью задач дискретной оптимизации является их многоэкстремальность. Разработка специализированных методов оптимизации позволяет избежать при поиске оптимального решения полного перебора всех вариантов с отбраковкой заведомо неоптимальных решений.

5. Динамическое проектирование. В процессе освоения месторождения могут произойти отклонения от проекта, уточняются данные проекта разработки, возникают дополнительные ограничения, требования и т.д. В этом случае проект необходимо пересчитать с учетом уже построенных на данный момент объектов и коммуникаций. Этот процесс отслеживания состояния проекта и его периодических корректировок назовем динамическим проектированием.

6. Имитационное проектирование. Необходимым элементом процесса проектирования является возможность моделирования проектировщиком собственных проектных решений и задания им различных элементов проекта. Присутствие проектировщика также необходимо при анализе «близких» решений по дополнительным критериям оценки проекта.

Были получены фундаментальные результаты в области решения задач дискретной оптимизации большой размерности и комбинаторных методов, разработаны аппроксимационно-комбинаторный метод, модифицированный метод последовательных расчетов и другие методы и алгоритмы, которые были использованы при решении задач оптимального

размещения объектов нефтегазодобычи с учетом связывающих их коммуникаций и с учетом агломерации, построения оптимальных структур коммуникационных сетей, оптимизации параметров сетей, учета и анализа экологических рисков и т.д. [1, 2, 5].

Также были получены новые результаты, показывающие возможность формализации, прогнозирования и оптимизации стратегического развития объектов региональной экономики. Это имитационные модели для групп нефтяных и газовых месторождений, методы и алгоритмы решения многокритериальных задач и задач оптимизации стратегий разработки групп месторождений, в том числе, с учетом неопределенности исходной информации и т.д. Были разработаны формализованные модели для различных этапов и различных уровней процесса стратегического планирования в регионе как дальнейшего развития долгосрочного планирования в современных условиях [3, 4, 5].

### Системы регионального программирования

Приведем краткое описание возможности некоторых систем регионального программирования, разработанных в отделе методов проектирования развивающихся систем ВЦ РАН [5, 6].

1. Система перспективного планирования добычи газа по укрупненным показателям (СПДГ) предназначена для формирования стратегий развития группы газовых месторождений, обеспечивая расчет объемов добычи газа и основных технико-экономических показателей добычи в динамике по месторождениям на основе использования имитационной модели группы месторождений и выбора стратегий по многим критериям оценки с использованием средств многокритериальной оптимизации. Система широко применялась для долгосрочного планирования развития добывающих

регионов Западной и Восточной Сибири, Восточной Украины и шельфа Черного моря, а также отдельных месторождений, включая Ямбургское и Оренбургское.

2. Система моделирования и оптимизации добычи газа (СМОД) является дальнейшим развитием системы СПДГ в современных условиях. Предусмотрено нахождение стратегии развития группы газовых месторождений, оптимальной по критерию максимума накопленной добычи газа по группе, существенно улучшен блок многокритериальной оптимизации, обеспечивается учет неопределенности исходной информации (рис. 1, 2).
3. Система формирования планов добычи нефти (СПДН) предназначена для планирования деятельности нефтедобывающих предприятий региона на ближнюю и дальнюю перспективу, обеспечивая расчет технико-экономических показателей добычи нефти в динамике по месторождениям. По своей идеологии система близка к системе СПДГ, отличаясь от нее более сложной моделью группы месторождений и составом показателей (с учетом процессов закачки воды и добычи жидкости). Кроме того, решаются разнообразные оптимизационные задачи в условиях ограничений на фонды добывающих, нагнетательных, резервных скважин и другие имеющиеся ресурсы. Система использовалась при формировании планов добычи нефти для групп месторождений Среднего Приобья и Коми АССР, для прогнозирования добычи нефти на Самолорском месторождении.
4. Система проектирования генеральных схем обустройства нефтяных месторождений (СПГСО) предназначена для проектирования генеральных схем как отдельных технологических систем обустройства месторождений, так и любой их совокупности.

Система позволяет определять места оптимального размещения различных нефтепромысловых объектов и формировать оптимальную структуру нефтепромысловых сетей различного назначения (сбора и транспорта нефти, попутного газа, водоводов, дорог, электроснабжения), в том числе, с учетом наличия запретных зон, эффекта от агломерации объектов и коммуникаций, а также текущего состояния обустройства. Система СПГСО широко использовалась при проектировании генеральных схем обустройства нефтяных месторождений Западной Сибири (Самолорское, Федоровское, Холмогорское и другие), Коми АССР (Усинское, Возейское), Поволжья (Медведевское), Казахстана (Каламкас, Каражанбас), газовых месторождений (Уренгойское) и т.д., а также при проектировании сети газопроводов Западной Сибири (рис. 3–6).

5. Система размещения объектов и коммуникаций (СРОК) предназначена для решения задач размещения пунктов переработки сырья, задач построения и трассирования коммуникаций между источниками сырья, пунктами переработки и потребления, расчета параметров трубопроводных сетей. Диалоговый режим работы системы позволяет оперативно просматривать различные варианты размещения с определением и просмотром параметров сформированного проекта. Система использовалась при решении задач размещения ряда территориально-производственных комплексов, а также при проектировании генеральных схем обустройства нефтяных и газовых месторождений (рис. 7).

6. Система проектирования и анализа сетей (СПАС) предназначена для формирования и анализа транспортных сетей различного назначения и позволяет решать следующие сетевые задачи: сетевая распределительная

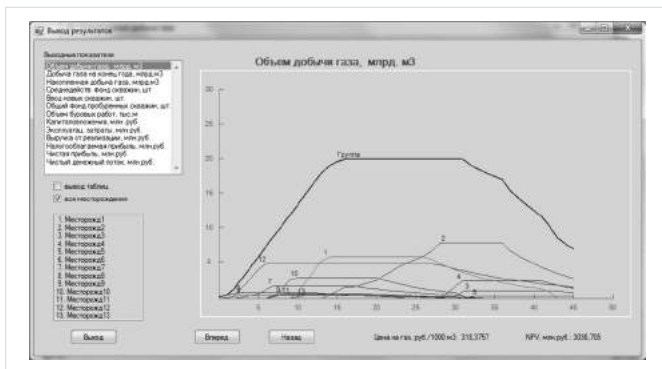


Рис. 1 — Динамика добычи газа по группе месторождений в системе СМОД

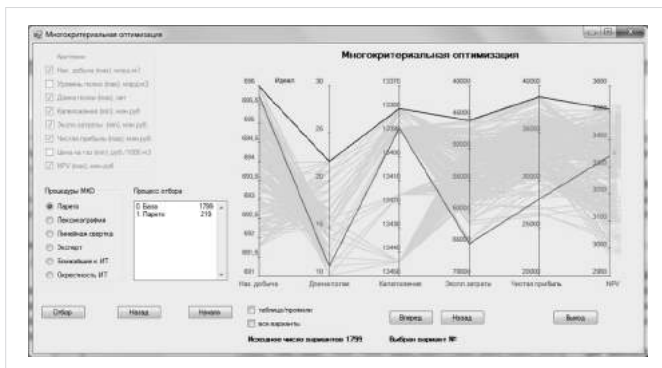


Рис. 2 — Вывод результатов многокритериальной оптимизации в виде профилей в системе СМОД

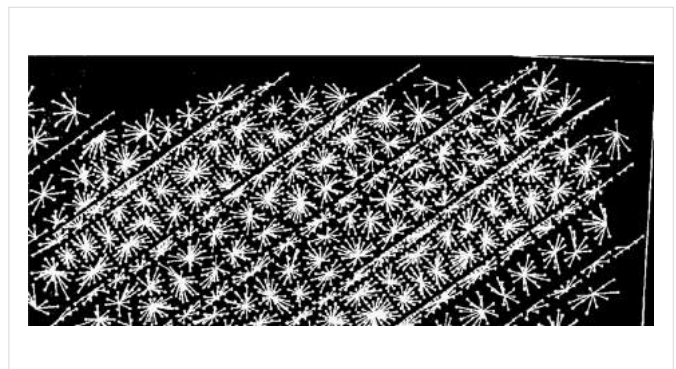


Рис. 3 — Схема кустования нефтяных скважин, Самолорское месторождение

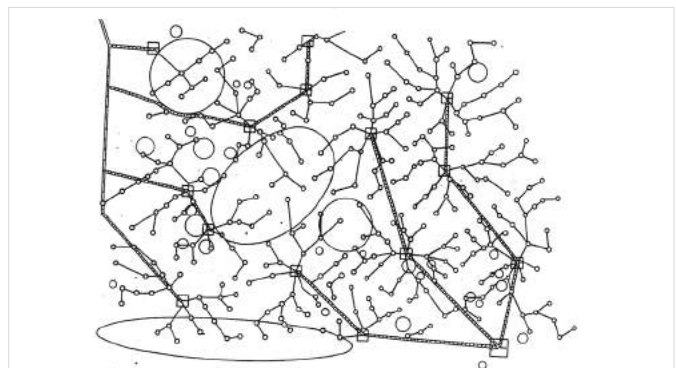


Рис. 4 — Схема сбора и транспорта нефти, Самолорское месторождение

задача, задача о максимальном потоке минимальной стоимости, задача проектирования структуры сети, гидравлические расчеты сетей. Система использовалась при решении задач анализа транспортных сетей различного назначения: сетей нефтепроводов Прикаспия, системы нефтепродуктообеспечения Вьетнама, развития газотранспортных сетей Восточной Сибири и т.д. (рис. 8).

7. Система оценки вариантов освоения шельфовых месторождений нефти и газа предназначена для формирования и оценки вариантов сеток скважин, размещения буровых платформ и стратегий освоения шельфовых месторождений нефти и газа, включая очередность и динамику ввода платформ и скважин. Система использовалась при проектировании освоения ряда шельфовых месторождений нефти и газа, таких как месторождения Одопту и Чайво на Сахалине, месторождения Белый Тигр и Дракон во Вьетнаме, ряд месторождений шельфа Черного и Каспийского морей (рис. 9).

8. Система планирования производства, хранения, транспортировки и распределения нефтепродуктов. Система позволяет комплексно решать задачи по планированию производства различных видов нефтепродуктов, планированию транспортировки нефтепродуктов различными видами транспорта, расчету объемов хранения нефтепродуктов на нефтебазах, динамическому планированию производства и распределения нефтепродуктов, расчету объемов поставок потребителям в динамике. Система использовалась в

ряду нефтедобывающих компаний России (рис. 10).

9. Система синтеза и анализа гидравлических сетей (ССАГС) предназначена для анализа и синтеза различных гидравлических систем, включая системы промышленного сбора нефти и газа, ППД, транспорта нефти, газа и продуктов из них, системы водо-, теплоснабжения и т.д. Система позволяет формировать и анализировать принципиальные схемы трубопроводных сетей, рассчитывать параметры сетей, проводить декомпозицию и композицию сетей, рассчитывать технологическое и экономическое взаимодействие участников рынков воды, теплоносителя, тепла и т.д. Система использовалась при анализе и разработке рекомендаций по развитию систем тепло-, водо- и газоснабжения многих городов Поволжья, а также внутренних тепловых сетей ряда ТЭЦ и ГРЭС (рис. 11).

10. Система обеспечения, надежности, промышленной и экологической безопасности нефтегазовых комплексов (СОНПЭБ) позволяет решать такие задачи, как анализ аварийных ситуаций, оценка вероятности аварий и их последствий, оценка возможного загрязнения при аварийных выбросах, расчёт индивидуального и коллективного риска персонала и населения, формирование карт экологической оценки территории и распределения экологического ущерба. Система применялась при проектировании месторождений шельфа Черного и Охотского морей, Ново-Уренгойского газохимического комплекса, для анализа экологической безопасности

нефте- и газоперерабатывающих заводов (Оренбург, Чимкент) (рис. 12).

11. Автоматизированная информационная система инвестиционного планирования «Электронный Мастер-план социально-экономического развития области» (ЭМП) предназначена для формирования планов территориального и отраслевого развития путем оценки и выбора из расширяемого множества предлагаемых инвестиционных проектов для различных комплексных программ подмножества проектов, оптимизирующих заданные критерии эффективности и удовлетворяющих заданным ограничениям по финансированию из различных источников. Система ЭМП была внедрена в акимате (администрации) Западно-Казахстанской области Казахстана (г. Уральск), предполагается ее внедрение в других акиматах Казахстана (рис. 13).

12. Интегрированные системы регионального программирования (ИСРП). В зависимости от конкретных задач могут использоваться различные совокупности перечисленных выше систем. Например, системы СПДГ, СПФДН и СПГСО применялись одновременно при анализе перспектив развития нефте- и газодобычи в Восточной Сибири. Был предложен подход, позволяющий интегрировать такие разнородные и независимо разработанные системы в единое целое — в интегрированные системы регионального программирования. Физически такая интеграция для решения различных задач для разных отраслей и разных уровней управления нереальна, прежде всего,

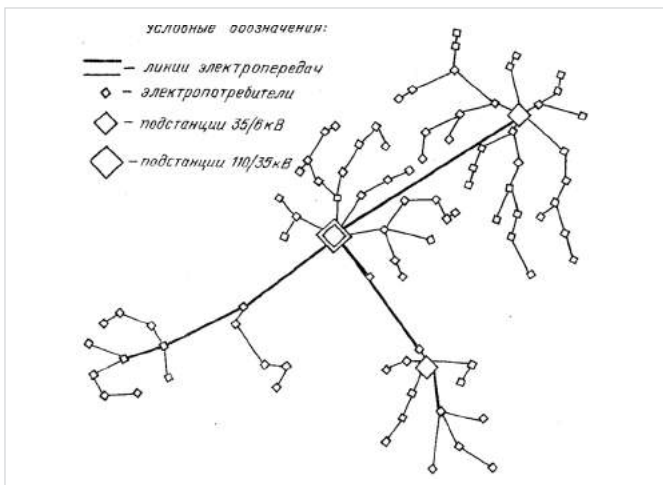


Рис. 5 — Схема электроснабжения, Федоровское месторождение

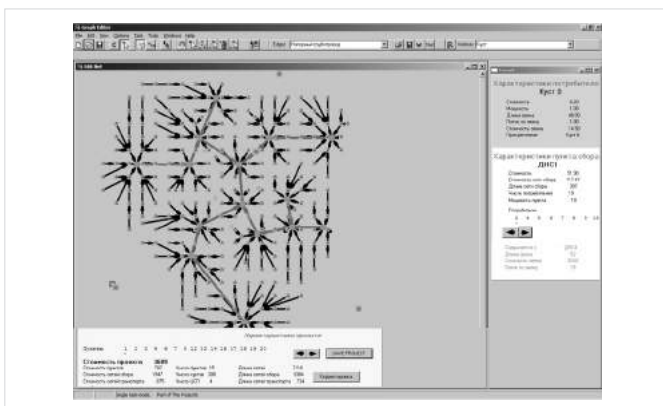


Рис. 7 — Применение системы СРОК при проектировании Тенгизского нефтяного месторождения

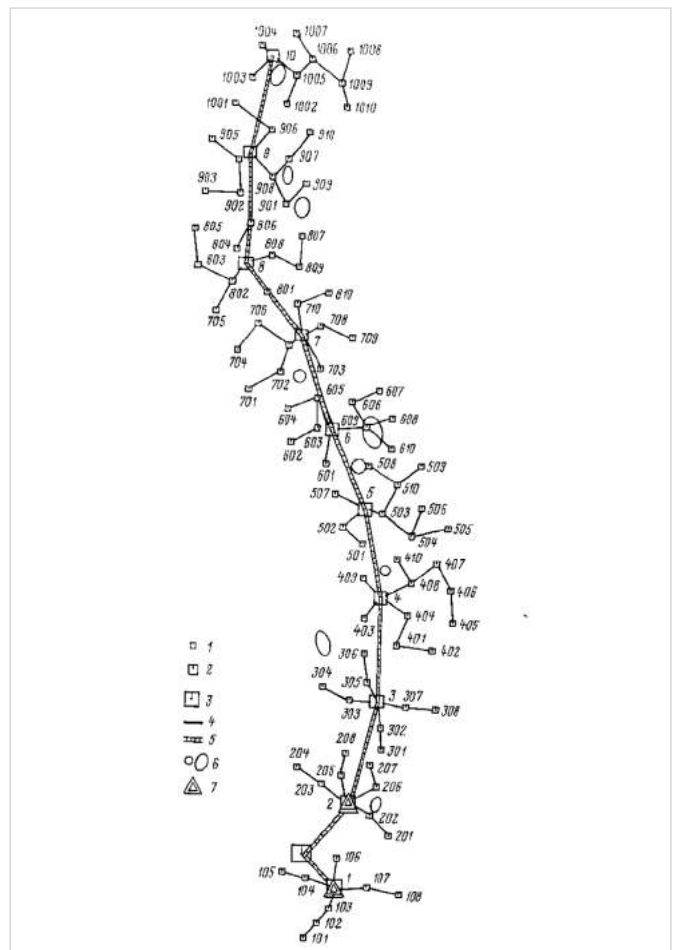


Рис. 6 — Схема обустройства Уренгойского газового месторождения



с организационной точки зрения. Поэтому такие системы предлагается автоматически строить как виртуальные с использованием средств искусственного интеллекта: каждая ИСПП существует как единое целое лишь в виде компьютерной модели, а ее функционирование сводится к вызову отдельных систем в соответствии с этой моделью для работы в распределенной вычислительной среде [5].

### Использование методов и средств регионального программирования

Полученные результаты могут быть использованы не только при освоении новых газовых и нефтяных месторождений северной части Западной Сибири, шельфовых месторождений арктического бассейна, но и в связи с планами руководства страны по комплексному освоению регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока России.

Еще в 80-е гг. результаты работ Вычислительного центра получили высокую оценку на комиссии ГКНТ, как одни из лучших работ по САПР в стране. Результатом работ заслушивалась на коллегии Госплана СССР, где было принято решение о внедрении разработанных методов и систем в практику территориального планирования Госплана, а при Госплане была создана специальная комиссия для подготовки перспективного плана внедрения разработок ВЦ АН в практику планирования развития республик, районов и отраслей.

Далее, ВЦ РАН совместно с Ассоциацией международного сотрудничества был проведен укрупненный анализ принципиальной возможности освоения южной зоны Восточной Сибири и Дальнего Востока, расположенной южнее 60–65-й параллелей от Енисея до Тихого океана. Этот анализ показал большое сходство данного макрорегиона с наиболее освоенной и промышленно развитой частью Канады, расположенной примерно в тех же широтах и имеющей сходные природно-климатические условия. Тем самым обосновывается возможность и целесообразность эффективного развития производительных сил на Востоке страны с учетом опыта Канады и с выводом их на уровень не ниже канадского.

Было показано, что имеются все необходимые начальные характеристики, позволяющие обосновать целесообразность и эффективность ускоренного развития производительных сил на Востоке страны с образованием

ряда крупных территориально-производственных комплексов.

Эффективность и актуальность комплексного освоения региона на базе использования ресурсов углеводородов подтверждаются результатами следующих исследований: доход, получаемый от использования единицы энергоресурсов нефти и газа на предприятиях РФ, более чем в 10 раз превышает доход от продажи этой единицы энергоресурсов; доход же страны, перерабатывающей ресурс с использованием новейших технологий, более чем в 20 раз превышает затраты на его покупку [7].

Поэтому предлагается реализовать Проект «Топливо-энергетический инновационный Восточный Российский Ход в XXI век», в рамках которого может быть разработана Программа поэтапного освоения богатейших ресурсов Восточной Сибири и Дальнего Востока сроком на 20–30 лет на основе опережающего развития добычи углеводородного сырья данного региона [8]. Данное предложение учитывает опыт беспрецедентного подъема отечественной нефтегазовой промышленности в 60–80-х годах прошлого столетия.

Данный проект может стать локомотивом ускоренного комплексного развития региона и обеспечить ресурсно-технологическую базу новой индустриализации России с преобладающим развитием наукоёмких отраслей промышленности. Используя разработки ВЦ РАН, можно будет разработать генеральную схему формирования на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока новой единой энерго-эколого-эффективной базы российской экономики, в частности, с общей мощностью по добыче газа первой очереди Проекта в объеме 270–300 млрд.куб.м. к 2030 году. Данная генеральная схема должна предусматривать оптимальное размещение на территории и очередность ввода в действие основных объектов нефтегазодобычи, магистральных трубопроводов, предприятий по переработке сырья, инфраструктуры, социально-бытовых, экспедиционно-вахтовых объектов и т.д.

Многофакторный, комплексный и межотраслевой характер проблем развития макрорегиона юга Восточной Сибири и Дальнего Востока с необходимостью требует использования системного подхода. Недостаточно просто перечислить имеющиеся проблемы, пусть даже самые важные; необходимо рассматривать целостную систему проблем и возможных

путей их решения с учетом их взаимного влияния друг на друга. С этой целью могут быть использованы методы системной динамики и системного анализа, что позволяет анализировать и выбирать наилучшие управленческие решения на основе комплексного применения различных математических методов и алгоритмов.

Таким образом, разработанный в ВЦ РАН математический аппарат и программное обеспечение регионального программирования могут быть использованы для решения следующих задач комплексного освоения и ускоренного социально-экономического развития макрорегиона юга Восточной Сибири и Дальнего Востока:

- стратегическое планирование развития макрорегиона с использованием многоуровневых формализованных моделей для различных этапов процесса стратегического планирования;
- перспективное планирование, моделирование и оптимизация развития нефтегазодобывающих регионов (групп месторождений), в том числе, с учетом неопределенности исходной информации;
- формирование и оценка вариантов сеток скважин, размещения буровых платформ и стратегий освоения шельфовых месторождений нефти и газа;
- проектирование генеральных схем комплексного развития отдельных территорий с учетом оптимального размещения объектов и коммуникаций различного назначения;
- проектирование генеральных схем обустройства отдельных месторождений углеводородов;
- формирование и оценка различных вариантов проектов добычи и переработки минерального сырья в регионе с определением наиболее рациональных объемов выпуска продукции и расчетом необходимых для этого технологий и ресурсов;
- размещение пунктов переработки сырья в регионе, построение и трассирование коммуникаций между источниками сырья, пунктами переработки и потребления;
- анализ и проектирование коммуникационных сетей различного назначения;
- формирование плана развития транспортной инфраструктуры макрорегиона с определением объема необходимых инвестиций, очередности освоения ресурсов и максимизацией извлекаемой прибыли;

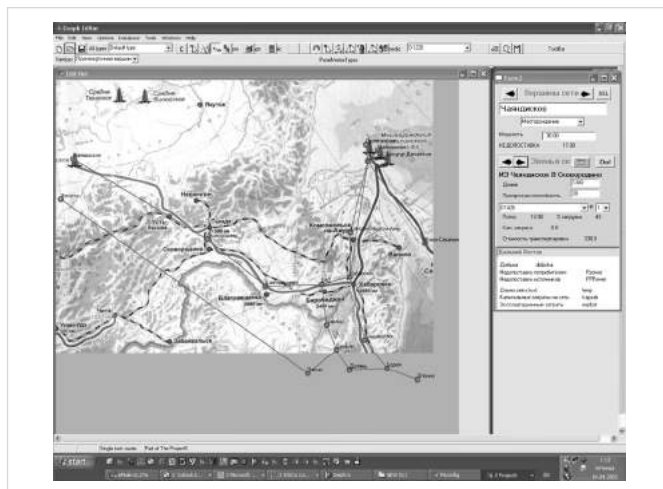


Рис. 8 — Применение системы СПАС при анализе развития газотранспортных сетей Восточной Сибири



Рис. 9 — Схема разбуривания шельфового месторождения

- расчет вероятностей аварий и катастроф при эксплуатации технологических объектов, прогнозирование возможных последствий аварийных ситуаций;
- расчет в динамике распространения загрязнений и полей концентрации загрязняющих веществ при аварийных выбросах;
- формирование планов территориального и отраслевого развития региона путем оценки и выбора для реализации из множества возможных инвестиционных проектов некоторого подмножества проектов, оптимизирующих заданные критерии эффективности и удовлетворяющих заданным ограничениям;
- анализ и выбор управленческих решений, наилучших по многим критериям оценки, в диалоговом режиме.

Отметим некоторые этапы этих работ.

1. Стратегический анализ ситуации на различных уровнях макрорегиона с использованием многомерных матричных моделей.
2. Перспективное планирование добычи природных ресурсов и их переработки на долгосрочный период по укрупненным показателям.
3. Формирование карты макрорегиона:
  - на карте отражаются природные ресурсы, востребованные для освоения: месторождения полезных ископаемых, лесные массивы, природно-климатические заповедники и т.д.;
  - на карте отражаются также существующие города и населенные пункты с приписанными к ним промышленными предприятиями различного назначения, существующая транспортная инфраструктура.
4. Формирование территориально-производственной инфраструктуры региона; на основе применения методов регионального программирования решаются следующие задачи:
  - размещение градообразующих добывающих и перерабатывающих предприятий различного назначения;
  - размещение городов и населенных пунктов;
  - формирование транспортной инфраструктуры, включающей сети автодорог различной категорииности, железные дороги, трубопроводы различного назначения.
5. Формирование множества инвестиционных проектов для приоритетных направлений развития; для каждого проекта оцениваются стоимость реализации, срок окупаемости, необходимые людские, энергетические и прочие ресурсы.
6. Формирование графа проектов, отражающего частичный порядок их реализации. Так, например, строительство некоторого предприятия невозможно, пока не будет построена необходимая транспортная и энергетическая инфраструктура.
7. Формирование плана реализации проектов:
  - для заданного планового периода оценивается динамика инвестиций и динамика изменения других потребных ресурсов (людских, энергоресурсов и т.д.);
  - на основе графа реализации проектов решается задача определения динамики реализации инвестиционных проектов по годам с учетом заданной динамики ограничений на требуемые ресурсы для их реализации;
  - варьируя плановый период, а также динамику различных ограничений, можно

получить набор различных вариантов планов развития;

- оценивая эти варианты по всей совокупности возможных критериев (накопленная прибыль за данный период, прирост ВРП, прирост населения и т.д.) при помощи методов многокритериальной оптимизации, можно выбрать «реальный» вариант плана развития региона для реализации.

Следует отметить, что ускоренное развитие Восточной Сибири и Дальнего Востока России при реализации Проекта будет способствовать экономическому росту не только в Российской Федерации, но и в других странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Реализация проекта «прорубит окно» в АТР, который составляют страны, богатые природными, трудовыми, инвестиционными ресурсами, современными технологиями, даст мощный импульс развитию стран форума АТЭС, позволит создать новые области приложения капитала, ресурсов, технологий, рабочей силы и интеллекта. Участие стран АТЭС в реализации проекта снимает многие проблемы, кажущиеся непреодолимыми при попытке реализовать его какой-либо одной страной или небольшой группой стран — проблемы, связанные с обеспеченностью природными и трудовыми ресурсами, энергией, современными технологиями и инвестициями.

**Итоги**

В статье рассмотрены основные методы и программные средства регионального программирования, исследованы возможности их использования при комплексном освоении Восточной Сибири и Дальнего Востока.

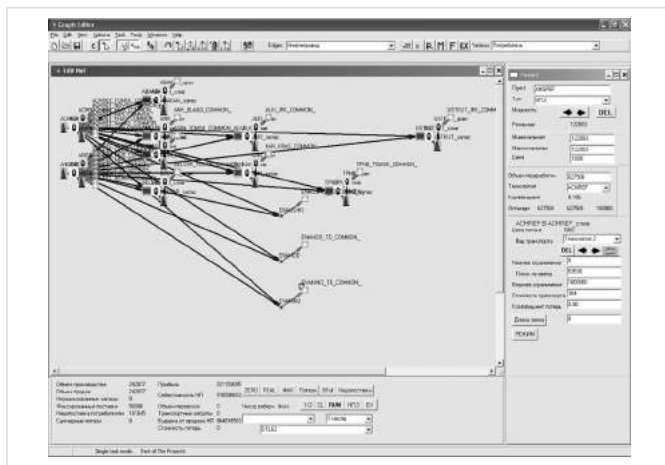


Рис. 10 — Схема поставок дизтоплива от двух НПЗ

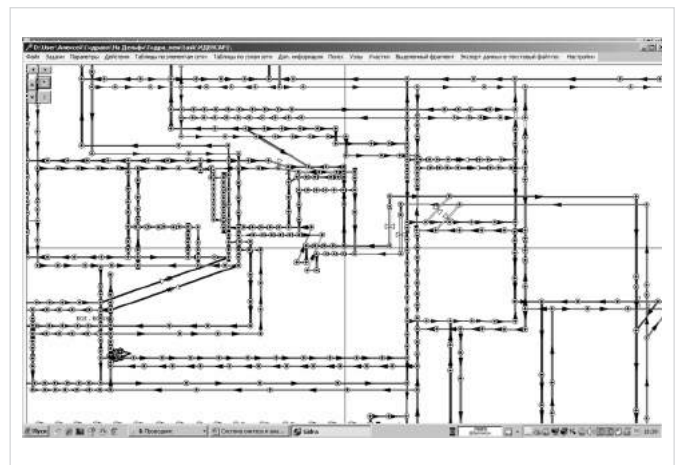


Рис. 11 — Фрагмент сети теплоснабжения одного из городов Средней Волги в системе ССАГС

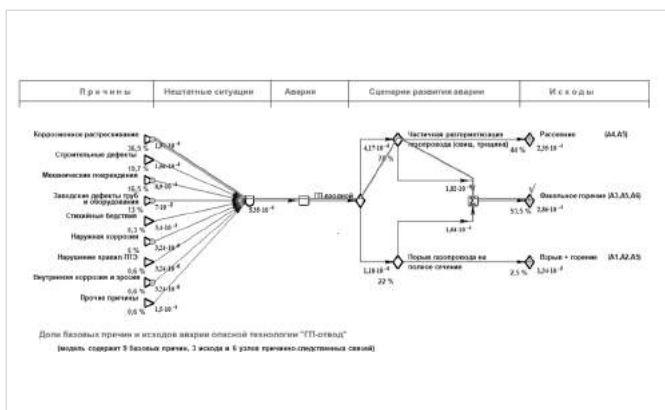


Рис. 12 — Анализ отказов и штатных ситуаций при транспорте газа в системе СОНПЗ

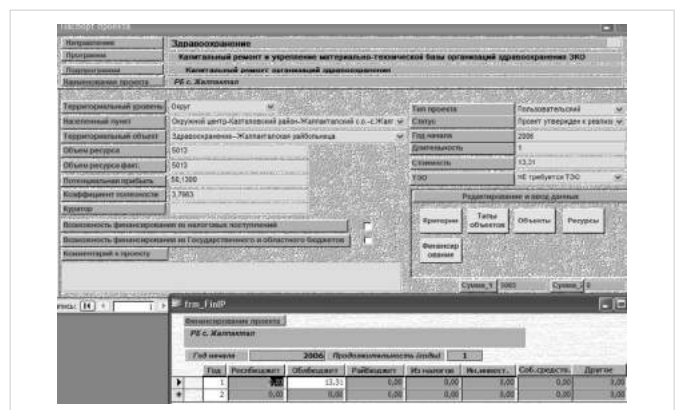


Рис. 13 — Формирование паспорта (описания) инвестиционного проекта в системе ЭМП

**Выводы**

1. Рассмотрена концепция, методологические принципы и методы регионального программирования — области региональной экономики, где разрабатываются теория и количественные методы решения задач, возникающих при составлении проектов программ комплексного освоения территорий.
2. Приведены основные возможности различных программных систем регионального программирования и примеры их использования при решении задач планирования и проектирования нефтегазодобывающих регионов и месторождений.
3. Рассмотрены возможности использования разработанного математического аппарата и программных средств для решения задач комплексного освоения макрорегиона восточной Сибири и Дальнего Востока.

**Список используемой литературы**

1. Хачатуров В.Р. Математические методы регионального программирования. М.: Наука, 1989. 304 с.
2. Хачатуров В.Р., Веселовский В.Е., Злотов А.В., Калдыбаев С.У., Калиев Е.Ж., Коваленко А.Г., Монтлевич В.М., Сигал И.Х., Хачатуров В.Р. Комбинаторные методы и алгоритмы решения задач дискретной оптимизации большой размерности. М.: Наука, 2000. 354 с.
3. Соломатин А.Н., Хачатуров В.Р. Математическое моделирование в стратегическом управлении регионом. М.: ВЦ РАН, 2007. 60 с.
4. Маргулов Р.Д., Хачатуров В.Р., Федосеев А.В. Системный анализ в перспективном планировании добычи газа. М.: Недра, 1992. 287 с.
5. Хачатуров В.Р., Соломатин А.Н., Злотов А.В., Бобылев В.Н., Веселовский В.Е.,

- Коваленко А.Г., Крылов И.А., Ливанов Ю.В., Скиба А.К. Системы планирования и проектирования для нефтегазодобывающих регионов и месторождений: математические модели, методы, применение // Исследовано в России. 2012. №15. С. 158–178. Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relam.ru/articles/2012/015.pdf>.
6. Хачатуров В.Р., Злотов А.В., Бобылев В.Н., Веселовский В.Е., Крылов И.А., Крылова Т.О., Ливанов Ю.В., Сигал И.Х., Скиба А.К., Соломатин А.Н., Туев С.В. Комплекс программ на ЭВМ для освоения нефтегазовых районов. М.: ВЦ РАН, 2000. 36 с.
  7. Хачатуров В.Р. Геополитический и геоэкономический анализ мира на основе энергетических факторов. М.: ВЦ РАН, 2001. 97 с.
  8. Лобов О.И., Хачатуров В.Р. Восточный Российский Ход в XXI век // Независимая газета. 1999. 10 сентября.

ENGLISH

DESIGN

## Methods and means of regional programming for development of oil and gas extraction areas and fields of Siberia and Far East

UDC 65.011.56

**Authors:**

**V.R. Khachaturov** — head prof., professor, head. division<sup>1</sup>, academician<sup>2</sup>, academician<sup>3</sup>

**V.N. Bobylev** — research associate<sup>1</sup>

**A.V. Zlotov** — ph.d., head. sector<sup>1</sup>

**I.A. Krylov** — ph.d., senior researcher<sup>1</sup>

**A.N. Solomatina** — ph.d., senior researcher<sup>1</sup>; [solan116@mtu-net.ru](mailto:solan116@mtu-net.ru)

<sup>1</sup>Computing Centre of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian Academy of Cosmonautics, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Russian Academy of Natural Sciences, Moscow, Russian Federation

**Abstract**

The concept of regional programming – the area of the regional economy, which developed the theory and quantitative methods for solving problems arising in the complex development of territories. The mathematical apparatus, main features of regional programming software and their use in planning the development of gas and oil-producing regions, general scheme design and field facilities, etc. The prospects of the use of regional programming in the development of new mining areas in Eastern Siberia and the Far East.

**Materials and methods**

Methods for solving discrete optimization problems, multiextremal and multicriteria

problems, combinatorial methods, simulation models, implementation of computer-aided systems of planning and design.

**Results**

The article describes the basic methods and software of regional programming, investigates the possibility of their use for the integrated development of Eastern Siberia and the Far East.

**Conclusions**

1. The concept, methodological principles and methods of regional programming — the area of the regional economy, which developed the theory and quantitative methods for solving problems arising in the complex development of territories.

2. The basic capabilities of various software systems of regional programming and examples of their use in solving problems of planning and design of oil and gas fields and regions.
3. The possibilities of using the developed mathematical apparatus and software for solving the integrated development of the macro-region of eastern Siberia and the Far East.

**Keywords**

regional programming, advanced planning, designing master plans of arrangement, oil and gas producing region, oil and gas fields, automated planning and design, the comprehensive development of Eastern Siberia and the Far East

**References**

1. Khachaturov V.R. *Matematicheskie metody regional'nogo programirovaniya* [Mathematical methods of regional programming]. Moscow: Nauka, 1989, 304 p.
2. Khachaturov V.R., Veselovskiy V.E., Zlotov A.V., Kaldybaev S.U., Kaliev E.Zh., Kovalenko A.G., Montlevich V.M., Sigal I.Kh., Khachaturov V.R. *Kombinatornye metody i algoritmy resheniya zadach diskretnoy optimizatsii bol'shoy razmernosti* [Combinatorial methods and algorithms for solving discrete optimization problems of large dimension]. Moscow: Nauka, 2000, 354 p.
3. Solomatina A.N., Khachaturov V.R. *Matematicheskoe modelirovanie v strategicheskoy upravlenii regionom* [Mathematical modeling in strategic region management]. Moscow: VTs RAN, 2007. 60 p.
4. Margulov R.D., Khachaturov V.R., Fedoseev A.V. *Sistemnyy analiz v perspektivnom planirovanii dobychi gaza* [System analysis in long-term planning of gas production]. Moscow: Nedra, 1992, 287 p.
5. Khachaturov V.R., Solomatina A.N., Zlotov A.V., Bobylev V.N., Veselovskiy V.E., Kovalenko A.G., Krylov I.A., Livanov Yu.V., Skiba A.K. *Sistemy planirovaniya i proektirovaniya dlya neftegazovyvayushchikh regionov i mestorozhdeniy: matematicheskie modeli, metody, primeneniye* [Systems of planning and design for the oil and gas extraction regions and fields: mathematical models, methods, applications]. *Issledovano v Rossii*, 2012, issue 15, pp. 158–178. Available at: <http://zhurnal.ape.relam.ru/articles/2012/015.pdf>.
6. Khachaturov V.R., Zlotov A.V., Bobylev V.N., Veselovskiy V.E., Krylov I.A., Krylova T.O., Livanov Yu.V., Sigal I.Kh., Skiba A.K., Solomatina A.N., Tudev S.V. *Kompleks programm na EVM dlya osvoeniya neftegazovykh rayonov* [Complex of computer programs for the development of oil and gas areas]. M.: VTs RAN, 2000, 36 p.
7. Khachaturov V.R. *Geopoliticheskiy i geoekonomicheskiy analiz mira na osnove energeticheskikh faktorov* [Geopolitical and geo-economic analysis of the world on the basis of energy factors]. Moscow: VTs RAN, 2001, 97 p.
8. Lobov O.I., Khachaturov V.R. *Vostochnyy Rossiyskiy Khod v XXI vek* [Eastern Russian Way to XXI age]. *Nezavisimaya gazeta*, 1999, September 10.