

## **Изучение антропогенных изменений подземной геогидросферы для оценки и прогноза геоэкологической опасности**

С. Х. Магидов  
Институт геологии ДНЦ РАН

**Ссылка:** Магидов, С. Х. (2011), Изучение антропогенных изменений подземной геогидросферы для оценки и прогноза геоэкологической опасности, *Вестник ОНЗ РАН*, 3, NZ6068, doi:10.2205/2011NZ000198.

Ещё в сороковых годах прошлого века В.И. Вернадский писал о появлении нового геологического явления, в котором « впервые человек становится крупнейшей геологической силой» [Вернадский, 1988]. С того времени масштабы антропогенной деятельности многократно возросли, что создаёт условия для проявления геоэкологических катастроф как регионального, так и глобального уровня.

Электромагнитный фон планеты увеличился на порядки, геохимический фон атмосферы по некоторым элементам и веществам изменился в разы, неблагоприятные изменения происходят и в гидросфере. При современных темпах техногенных воздействий уже в ближайшем будущем Земля может стать малопривлекательной для обитания высших животных, включая и человека.

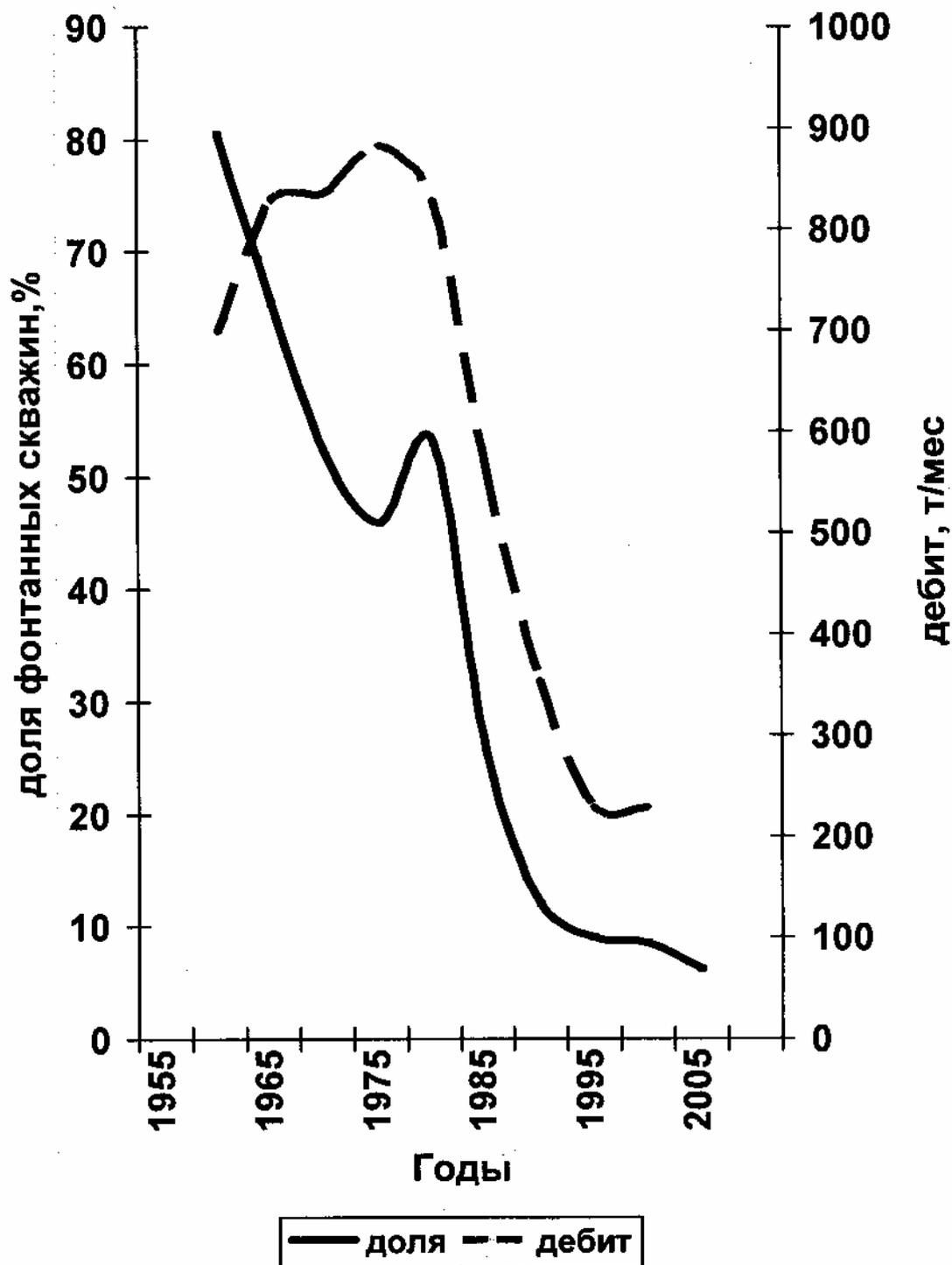
Не меньшую опасность представляют антропогенные изменения в геосфере. Вследствие широкомасштабного извлечения подземных флюидов происходит вынужденная эволюция подземной гидросферы в глобальном масштабе с существенным изменением термобарических условий и физико-химических свойств геофлюидов и горных пород. Подобное развитие событий может грозить непредсказуемыми последствиями, потому что современный уровень знаний не позволяет дать точные прогнозы поведения глобальной геосистемы при интенсивной техногенной нагрузке. Тем более, невозможно гарантировать, что нарастающие антропогенные воздействия не приведут к глобальным катаклизмам.

Закрытость недр сменяется открытостью, что может вести к кардинальным изменениям геодинамики верхних слоёв земной коры с нарушением характера протекания природных флюидодинамических и геотектонических процессов из-за изменения геолого-гидрогеологических условий недр. В работе [Магидов, 2009] было показано, что плотность действующих в мире нефтяных скважин в настоящее время достаточно велика и может оказывать серьёзное влияние на геотектоническую активность недр и поведение геогидродинамических систем, что требует создания надёжных методов гидрогеологического прогнозирования [Коников и Паттен, 1988]. Если раньше из-за малочисленности скважин их воздействие ограничивалось только прилегающей территорией, то при значительном увеличении их количества воздействие распространяется и на соседние скважины, образуя как бы единое поле влияния. Это поле может оказывать глобальное воздействие на свойство верхних слоёв земной коры, нарушая естественный ход протекания циклических геодинамических процессов с перемещениями больших масс и энергий. Природная упруго-пластичная система вследствие дефлюидизации превращается в хрупкую и прочную систему, которая, препятствуя естественному ходу геодинамических процессов, способствует накоплению сильных напряжений, что может способствовать возникновению сверхсильных тектонических землетрясений (СТЗ) [Магидов, 2009; Магидов, 1994; Магидов, 2002]. В работе [Магидов, 2002] доказывалась возможность проявления сверхсильного землетрясения с магнитудой равной 9 и выше в ближайшей перспективе. Прогноз сбился в течение 10 лет, и в начале XXI века произошло два СТЗ. Нарастающие масштабы воздействия на геосистему ведут к глобальным изменениям свойств верхних слоёв земной коры, что потенциально может привести к возникновению, гиперсильного землетрясения с магнитудой 10 и выше, которое нанесёт цивилизации невосполнимый урон [Магидов, 2002].

Из-за тепловых потерь и интенсивной дефлюидизации происходит снижение геотермического градиента, а также показателей барического поля в верхних слоях земной коры, подверженных техногенному воздействию. Некоторые данные, иллюстрирующие

масштабы техногенного воздействия на природную геогидросистему, приведены на рис. 1 и рис. 2.

**Рис.1. Дебит нефтяных скважин в РФ и упругоёмкий потенциал пластов.**



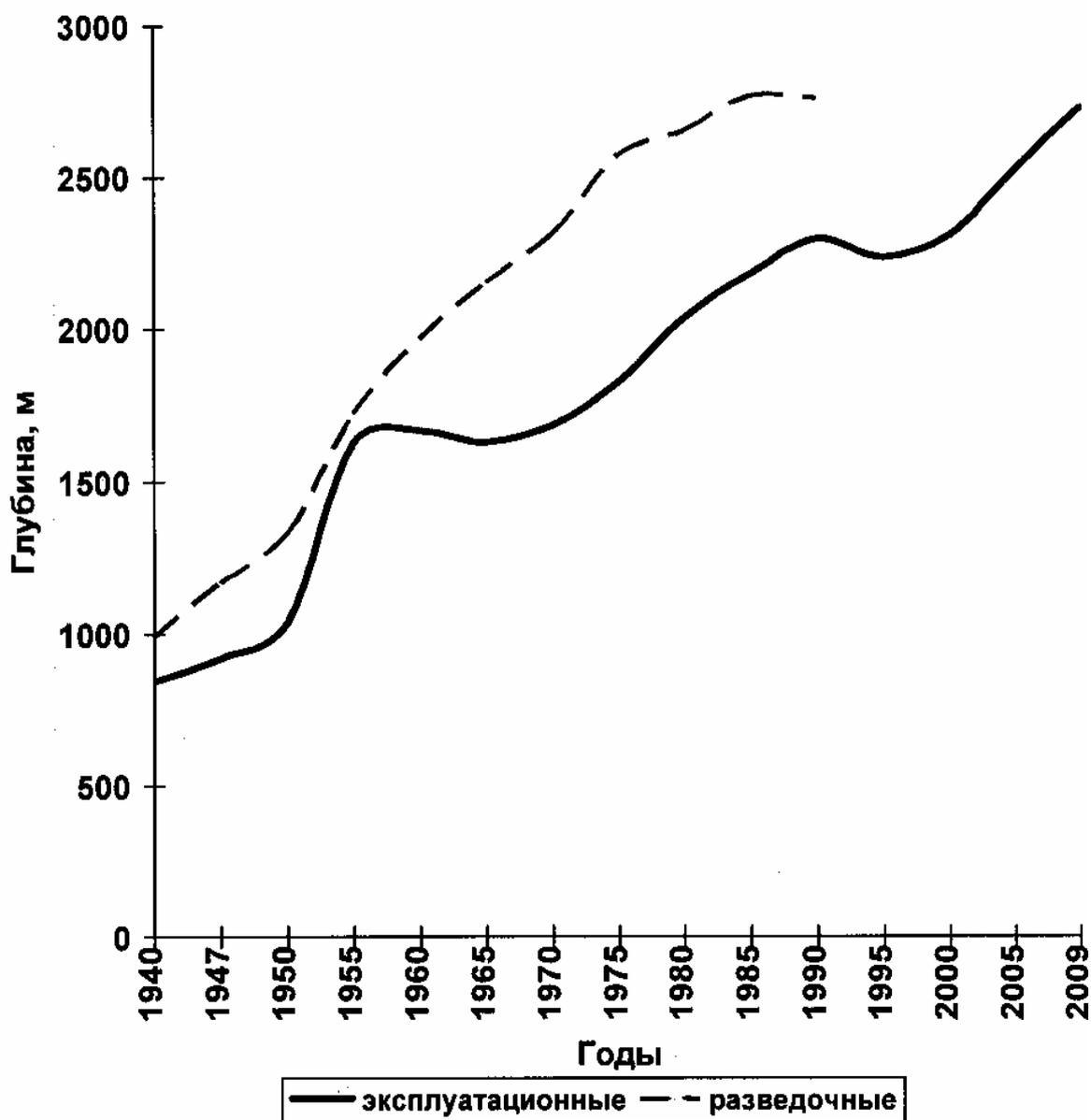
В качестве показателей для иллюстрации изменений пластового давления в недрах использовались дебиты нефтяных скважин и доля фонтанных нефтяных скважин от общего числа. Из рис. 1 видно, что за полвека оба показателя значительно уменьшились, что свидетельствует о существенных изменениях в подземной геогидросфере. Это, в свою очередь,

## МАГИДОВ: ИЗМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

приводит к изменению термодинамических и физико-химических свойств горных пород (прочностных, упруго-пластичных, фильтрационных и др.).

На рис.2. приведены данные по изменению средней глубины нефтяных скважин, что свидетельствует о масштабах техногенного воздействия на геосферу, в крупнейшем регионе мира- РФ, глубина эксплуатационных скважин в котором уже превысила 2500 м. В некоторых регионах этот показатель значительно выше. Так, в Дагестане средняя глубина эксплуатационных нефтяных скважин ещё два десятилетия назад превысила отметку 4 километра. В настоящее время в мире бурится значительное количество глубоких и сверхглубоких скважин и с каждым годом их доля нарастает. Максимальная глубина скважины уже превысила 12 км.

**Рис.2. Средняя глубина скважин, законченных бурением, в РФ**



## МАГИДОВ: ИЗМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

Для прогнозирования дальнейших антропогенных изменений геологической среды и предупреждения геозкологических катастроф глобального характера потребуются проведение нескольких типов исследований: *in vitro*, *in situ*, а также аналоговое и компьютерное моделирование.

### **Перечень геологических объектов и их свойств, нуждающихся в первоочередном изучении в лабораторных условиях (*in vitro*).**

**Соединения:** флюиды (УВ, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, He и др.), силикаты, оксиды, соединения Al, Fe.

**Область измерений:**  $t = 20-600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $p = 1-3500\text{ бар}$ .

#### *Термодинамические свойства*

Молярный объём (V), энтропия (S), теплота образования ( $\Delta H$ ), свободная энергия ( $\Delta E$ ).

#### *Физико-химические свойства*

$t_{\text{пл}}$ ,  $t_{\text{кип}}$ , проницаемость, растворимость в жидких флюидах.

Химические взаимодействия флюидов и горных пород, расщепление и синтез флюидов, деполимеризация неорганических полимеров.

#### *Физико-механические свойства*

Упруго-пластичные свойства горных пород при растяжении и сжатии в различных масштабах времени.

### **Натурные исследования, гидрогеологический, геотермический мониторинг. (*in situ*)**

#### *Гидрогеологический мониторинг*

Режимные наблюдения за природными флюидодинамическими процессами и влиянием на них антропогенной составляющей.

#### *Термо-барический мониторинг*

Непрерывные наблюдения за термическим режимом и изучение динамики геотермического градиента во времени

Систематический мониторинг барического поля и изучение процессов иссякания упругой энергии вследствие искусственного раскрытия недр

#### *Геохимические исследования экспресс-методами*

Определение pH, содержания диоксида углерода, ионов железа, магния и др.

### **Аналоговое и компьютерное моделирование.**

#### *Аналоговое моделирование*

Моделирование процессов с использованием иной физической основы.

#### *Математическое моделирование*

Моделирование с использованием математического аппарата и компьютерной техники.

Данные всех этих исследований потребуются в дальнейшем для нормирования предельных нагрузок на геологическую среду и выработки необходимых рекомендаций для снижения риска геозкологических катаклизмов техногенного генезиса.

### **Литература**

Вернадский В. И. (1988) *Несколько слов о ноосфере*, Вернадский В. И. *Философские мысли натуралиста*, М., Наука, 509 с.

Конигов Д. Ф., Э. П. Паттен (1988) *Гидрогеологическое прогнозирование*. М., Мир, сс. 271-334.

Магидов С. Х. (2009) Широкомасштабный геохимический и флюидодинамический «эксперимент» и его возможные последствия в ближайшей перспективе, *Вестник Отделения наук о Земле РАН*, № 1(27).

Магидов С. Х. (1994) О возможности сверхсильного тектонического землетрясения, *Тезисы докладов конференции по итогам географических исследований в Дагестане*, Махачкала., сс. 20-22.

Магидов С. Х. (2002) О возможности проявления сверхсильных тектонических землетрясений, *Геодинамика и сейсмичность Восточного Кавказа*, Махачкала, сс. 86-88.