



Новая технологическая платформа добычи урана геотехнологическими методами

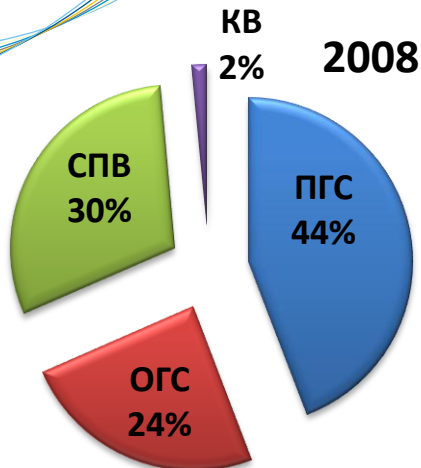
Бойцов А.В., Солодов И.Н.
6.06.2011



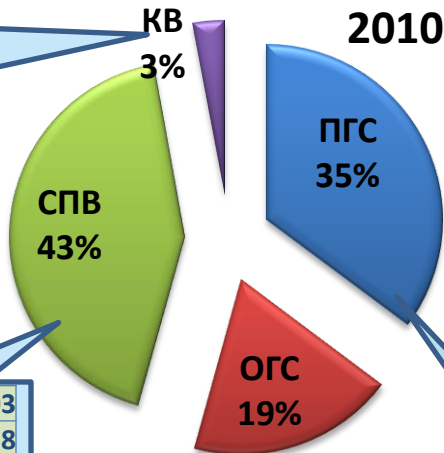
1. Рост добычи урана геотехнологическими методами – мировая тенденция

Геотехнологические методы наиболее дешевые – <80\$ кгU

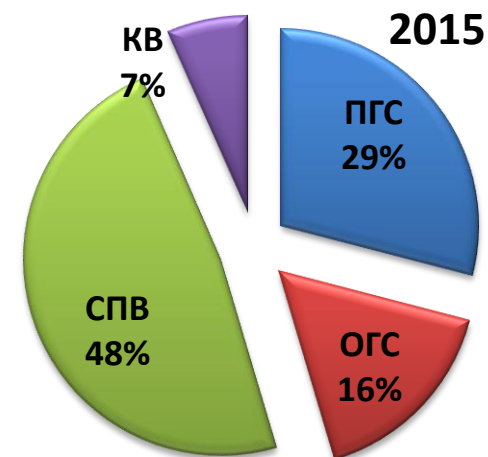
Увеличение доли добычи U геотехнологическими методами с 32% в 2008 до 55% в 2015



Нигер	892
Бразилия	350
Россия	271
Итого	1513



Казахстан	17303
Узбекистан	2338
США	1629
Россия	642
Австралия	640
Китай	300
Итого	22852

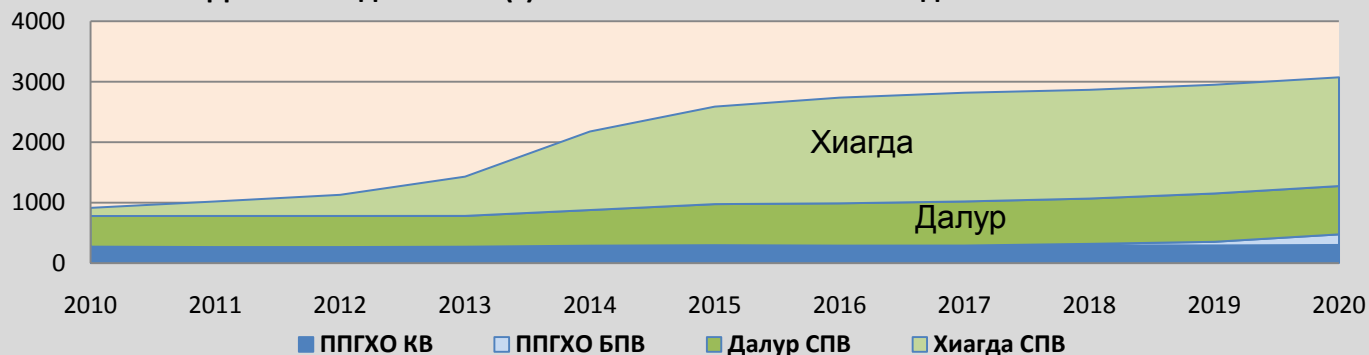


В РФ добыча геотехнологическими методами увеличится в 5 раз (с 913 тв 2010 до 3074 тв 2020)

ПГС – подземный горный способ,
ОГС – открытый горный способ,
СПВ – скважинное подземное выщелачивание,
КВ – кучное выщелачивание

Канада	9332
Россия	2649
Австралия	2347
Нигер	1500
Украина	850
ЮАР	547
Казахстан	500
Китай	500
Индия	300
Чехия	200
Румыния	60
Итого	18785

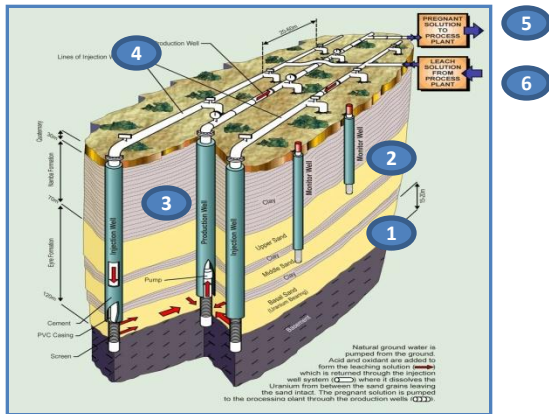
Динамика добычи U (т) геотехнологическими методами в РФ



СПВ

(скважинное подземное выщелачивание)

Естественная проницаемость
Руда обрабатывается на месте залегания



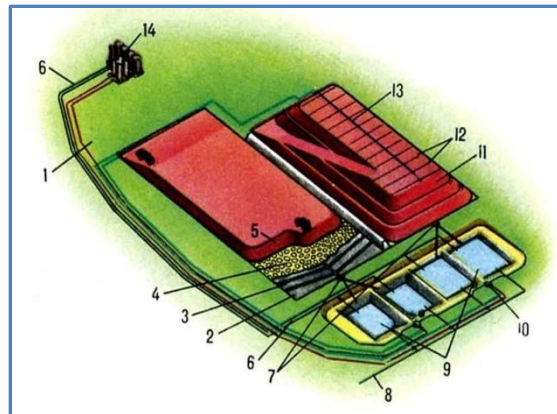
1 – рудоносный горизонт; 2 – закачная скважина; 3 – откачная скважина; 4 – трубопроводы; 5 – направление продуктивных растворов в цех переработки с использованием сорбции, десорбции, осаждения и фильтрования; 6 – выщелачивающие растворы доукрепленные серной кислотой.

В 2010 г ЗАО «Далур» и ОАО «Хиагда» добыли методом СПВ 642 т U.
 В 2015 г планируется добыть 2294 т.

КВ

(кучное выщелачивание)

Искусственная проницаемость
Бедная руда извлекается на поверхность



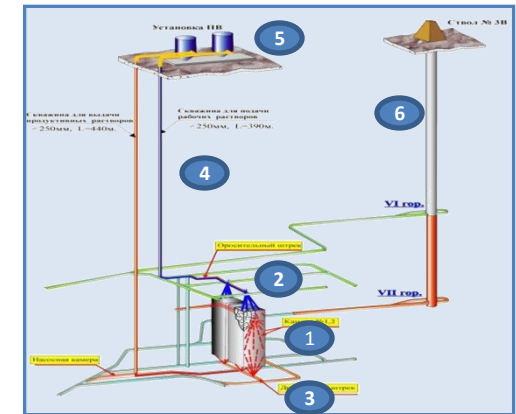
1 - поверхность; 2 - гидроизоляция; 3 – дренажные трубы; 4 - дренажный слой из крупнокусковой породы; 5 – отвал бедных и забалансовых руд; 6 - трубопроводы обратных растворов; 7 - трубопроводы продуктивных растворов; 8 - трубопровод с концентрированным реагентом; 9 - зумпфы, используемые попеременно для сбора продуктивных и приготовления выщелачивающих растворов; 10 - буферные ёмкости; 11 - секция отвала; 12 - оросительные трубопроводы с форсунками-разбрызгивателями; 13 - подающий трубопровод для выщелачивающего раствора; 14 - технологический комплекс переработки продуктивных растворов.

Используется в ППГХО постоянно. В 2010 г методом КВ добыта 271 т U

БПВ

(подземное выщелачивание в горных выработках из раздробленной и магазинированной руды)

Искусственная проницаемость
Руда обрабатывается на месте залегания



1 – камера с раздробленной и магазинированной бедно-балансовой рудой; 2 – система орошения руды растворами серной кислоты; 3 – сбор продуктивных растворов; 4 – трубопроводы обратных и продуктивных растворов; 5 – установка переработки продуктивных растворов; 6 – шахтный ствол.

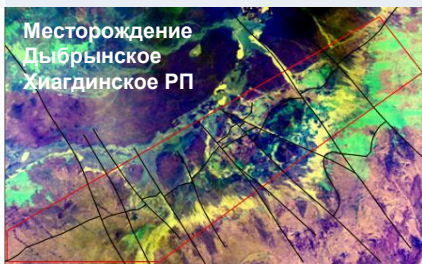
БПВ начнет использоваться в ППГХО с 2018 г. Максимальная добыча этим методом предусматривается в 2038 г – 549 т.

Поиски

1. Съемка с помощью беспилотной авиации

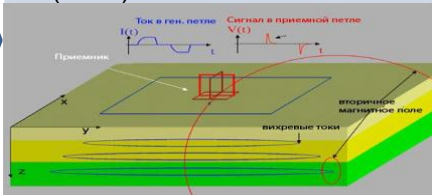


2. Мультиспектральные космо- и аэросъемки



Разведка

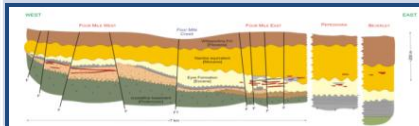
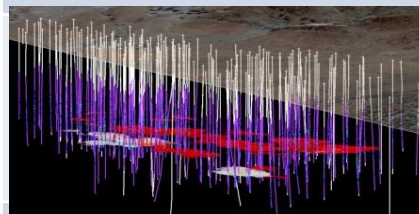
1. Наземная геофизика - метод переходных процессов (МПП)



2. Каротаж нейтронов мгновенного деления (КНД)

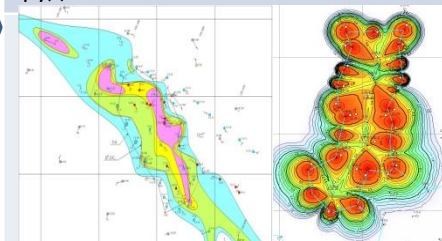


3. Геолого-математическое моделирование



Вскрытие запасов

1. Выбор оптимальных схем вскрытия и режимов закисления рудных залежей



2. Сооружение технологических скважин: технология бурения, материал обсадных труб, конструкция скважин, тип фильтра



Новая технологическая платформа добычи урана методом СПВ

Экология

1. Оценка защитных геохимических свойств среды рудоносных горизонтов
2. Автоматизированный экомониторинг
3. Гидрогеохимический каротаж скважин
4. Постоянно-действующие экологические модели

Отработка рудных залежей

1. Выщелачивающие реагенты, обладающие кислотными и окисляющими свойствами
2. Производство реагентов на месте добычи урана
3. Выбор оптимального концентрационного режима подачи реагентов на выщелачивание урана

1. Равномерная по площади отработка ячеек на основе автоматизированных измерений, используемых в постоянно действующих геотехнологических моделях
2. Современные методы РВР

1. Геофизические методы контроля и управления СПВ.
2. КНД
3. ГХК



3. Прямое определение урана в рудах методом КНД



Диаметр – 43 мм
Ресурс – 250 ч

Система позволяет:

1. Полностью исключить ручной труд при построении паспортов разведочных и технологических скважин (несколько тысяч скважин), рудно-геологических и геотехнологических разрезов (сотни), карт продуктивности рудоносного горизонта (десятки).
2. Повысить точность, исключить ошибки и сократить время подсчета запасов традиционным, принятым в ГКЗ, полигональным методом.
3. Использовать изучение руд, результаты геофизических исследований скважин и гидрогеологического опробования для создания постоянно действующих геотехнологических моделей управления СПВ в недрах.
4. Повысить полноту освоения недр за счет исключения «мертвых» зон рудных тел, в которые выщелачивающие растворы не попадают в процессе СПВ.
5. Оптимизировать СПВ, как в подземном, так и наземном комплексах.
6. Снизить вредное техногенное воздействие СПВ на окружающую среду на основе постоянно действующих геоэкологических моделей.

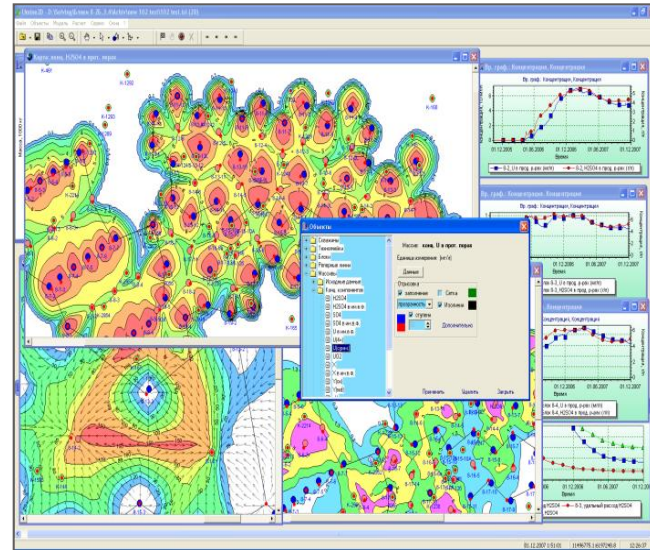
Затраты на разработку системы (НИОКР) составили 12 млн.руб.

Внедрение системы в ЗАО «Далур» позволяет ежегодно получать экономический эффект – 20-40 млн.руб.

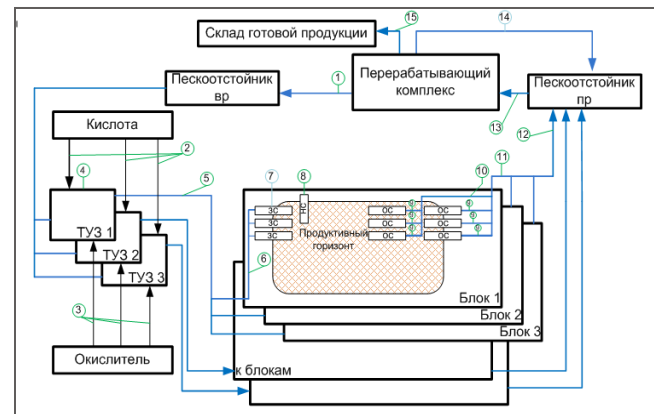
Технология по уровню превосходит мировые стандарты .

Технология может быть внедрена в: Казахстане, США, Австралии.

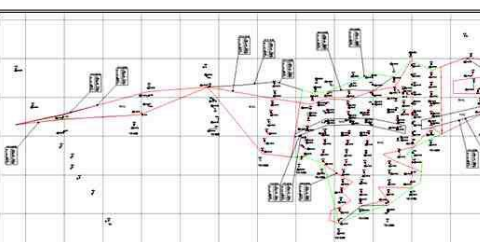
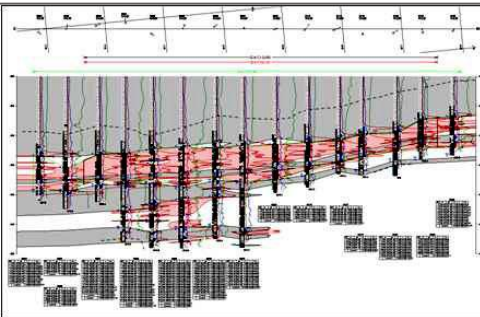
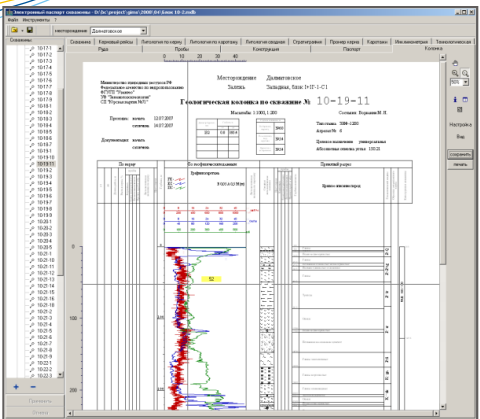
Гидродинамическая модель СПВ

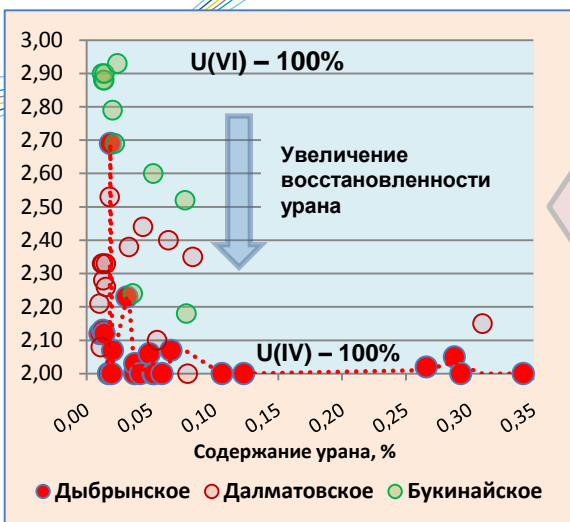


Модуль управления технологическими процессами (добычной комплекс)



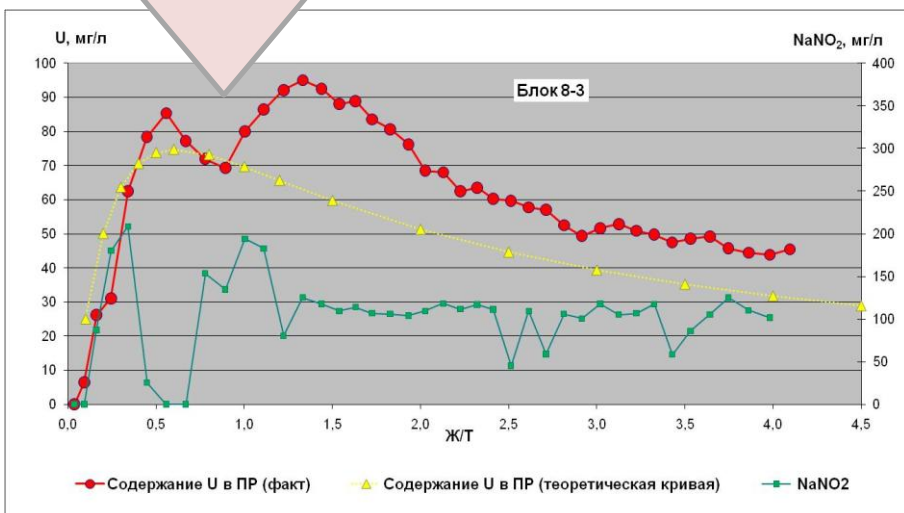
Геологический модуль



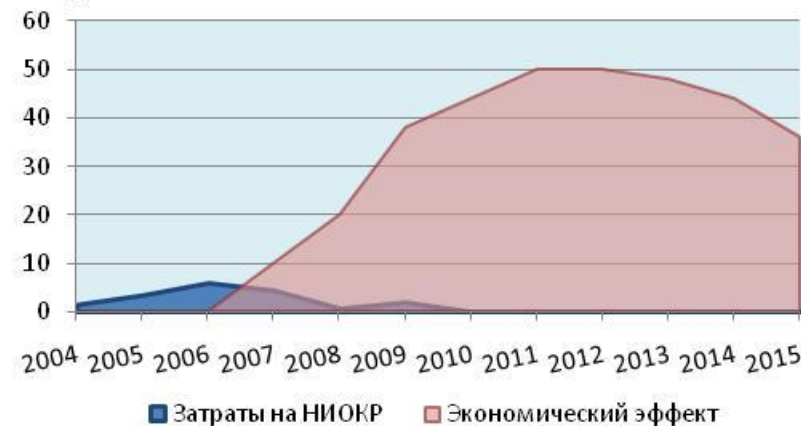


- ✓ Экспериментально установлено – восстановленные минералы урана, представленные U(IV), не растворяются в разбавленных растворах серной кислоты (pH 1-2) без окислителя. Окисленные руды, состоящие из U(VI), растворяются серной кислотой без окислителя.
- ✓ Исследованиями ИГЕМ РАН показано, что на месторождениях Далматовское (ЗАО «Далур») и Дыбынское (ОАО «Хиагда») степень восстановленности урана возрастает с увеличением содержания урана в рудах. В таких геохимических условиях добыча урана без добавления искусственного окислителя малоэффективна.
- ✓ ИГЕМ РАН также установил, что на стадии закисления пласта сернокислыми растворами генерируется сероводород, восстанавливающий U(VI) до U(IV) и Fe(III) до Fe(II). Уран из анионной формы переходит в катионную и не сорбируется ионообменной смолой, что значительно увеличивает его содержание в хвостах. Железо теряет окислительную способность. Предложено для подавления образования сероводорода на стадии закисления подавать перекись водорода.
- ✓ УПИ на стадии отработки рудных залежей в качестве окислителя предложил использовать нитрит натрия.
- ✓ В результате этих исследований в ЗАО «Далур» внедрена технология сернокислотного СПВ с использованием на стадии закисления перекиси водорода, а на стадии отработки нитрита натрия.
- ✓ Исследования проведены в 2004-2010 гг. Затраты на НИОКР составили 18,3 млн.руб., которые полностью окупилась в первые два года промышленного применения технологии. Суммарный экономический эффект в 2007-2015 гг составит 340 млн.руб.

Понижение содержания U в ПР при прекращении подачи окислителя



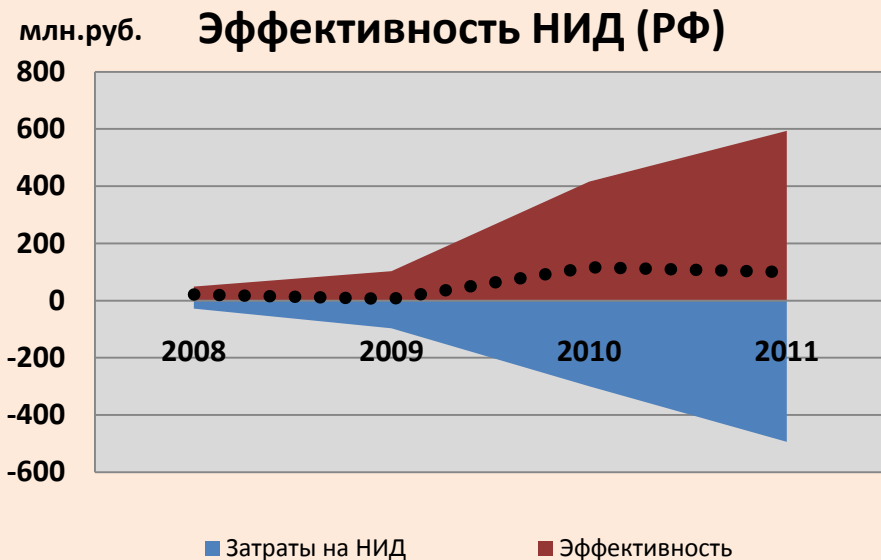
млн.руб.



- ✓ Техническая серная кислота, растворы промывки ионообменной смолы, откачные и закачные растворы содержат от 4 до 240 г/м³ твердых взвешенных частиц, крупные из которых осаждаются в пескоотстойниках, а коллоидные частицы попадают в закачные скважины и заполняют поры рудоносных песков снижая проницаемость практически до нуля. В результате производительность закачных скважин падает также практически до нуля. Этот процесс наиболее интенсивный в период закисления рудоносного горизонта. Для восстановления производительности закачных скважин традиционно проводятся эрлифтные прокачки и пневмоимпульсная обработка скважин – ремонтно-восстановительные работы (РВР).
- ✓ УПИ разработана и внедрена в ЗАО «Далур» фильтровальная установка, представляющая собой емкость из пластика с размещенным внутри тканевым фильтром. Аналогичные фильтровальные установки используются на месторождении Беверли в Австралии. Австралийцы очищают от мехвзвесей откачные и закачные растворы, что весьма дорого. Исследованиями УПИ показано, что можно значительно сократить объемы очищаемых растворов, если очищать от взвесей товарную серную кислоту, закачные растворы на стадии закисления и растворы промывки ионообменной смолы (см.табл.).
- ✓ Внедрение технологии позволило полностью исключить проведение РВР в период закисления рудных залежей на участках СПВ.
- ✓ Годовой экономический эффект от внедрения технологии в ЗАО «Далур»: на стадии закисления – 0,8 тыс.руб.; на стадии отработки – 5,6 млн.руб. Расходы на НИОКР составили - 2,5 млн.руб.
- ✓ Внешние рынки: Казахстан, Узбекистан и Монголия.



Тип раствора	Содержание твердых взвесей, г/м ³
Техническая серная кислота	113,8
Растворы промывки ионообменной смолы	237,0
Маточники сорбции	1,5
Закачной раствор	3,1
Продуктивный раствор	4,0



- При суммарных затратах на НИД в 2008-2011 гг 918 млн.руб. экономический эффект составит – 1161 млн.руб.
- Удельная эффектиность НИД за этот период – на 1 руб. капвложений – 1,06÷1,75 руб. экономического эффекта
- Низкая удельная эффективность от внедрения НИД в 2008-2010 гг объясняется наличием отложенного экономического эффекта:
 - ✓ по новым научно-инновационным проектам (внедрение геоинформационных систем, каротажа нейтронного деления и др.)
 - ✓ по строящимся предприятиям ЭГМК, ОГХК и УДК "Горное"
- При исключении отложенного эффекта по новым НИП и строящимся предприятиям удельная эффектиность НИД по внедренным разработкам составит, включая 2011 год, **3,8 руб. эффекта на 1 руб. капвложений**





Спасибо за внимание