

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук **В.И. КОСТИЦЫНА**
на диссертацию **ЛЕГАВКО Дмитрия Александровича** на тему
«Совершенствование методических приемов регистрации
и интерпретации данных каротажа скважин при отработке
инфильтрационных месторождений урана»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков
полезных ископаемых

Потребность в уране из года в год возрастает, однако на мировом рынке наблюдается значительный дефицит его добычи. Несмотря на это, наблюдается снижение цены урана, поэтому стоит острая задача повышения эффективности и снижения себестоимости его добычи. В связи с этим во всем мире бурно развивается добыча урана наиболее прогрессивным, экономичным, экологичным и безопасным методом – скважинным подземным выщелачиванием. За последние десять лет мировая добыча урана этим методом увеличилась почти в четыре раза и в настоящее время составляет примерно половину мирового объема добычи. Соответствующими темпами растет количество сооружаемых технологических скважин и объем проводимых в них геофизических исследований для расчета запасов урана, проектирования систем вскрытия рудных тел и контроля за процессом выщелачивания.

Диссертационная работа Легавко Д.А. посвящена развитию аппаратного и программно-методического комплекса для автоматизированного проведения геофизических исследований скважин и интерпретации их результатов на месторождениях урана, отрабатываемых методом подземного выщелачивания. Актуальность результатов диссертационной работы, повышающих оперативность получения, качество и точность результатов регистрации и интерпретации данных геофизических исследований скважин урановых месторождений, с одновременным улучшением надежности аппаратуры и повышением уровня автоматизации каротажных работ, сомнения не вызывает.



На начальном этапе соискателем проведен обстоятельный анализ современного состояния скважинной урановой геофизики, сопровождающей процесс отработки инфильтрационных месторождений методом подземного выщелачивания. Этому посвящена первая глава работы, в которой рассмотрены существующие методы геофизических исследований скважин урановых месторождений, выявлены и показаны слабые места и недостатки скважинной и наземной геофизической аппаратуры, программного обеспечения регистрации и интерпретации, негативно влияющие на точность и достоверность результатов каротажных исследований. Диссертантом сделаны обоснованные выводы о необходимости совершенствования методического и программного обеспечения интерпретации данных электро- и гамма-каротажа и развития программно-аппаратного комплекса проведения каротажных исследований.

Во второй главе автор проводит анализ существующей методики применения электрокаротажа на инфильтрационных месторождениях урана, показывает её недостатки, ограничения, проблемы использования и предлагает технологическую схему, методические приемы и алгоритмы для автоматизированного литологического расчленения разреза продуктивного горизонта с определением значений коэффициента фильтрации выделенных пластов. Представлены методика построения корреляционной зависимости между нормированным геофизическим параметром и коэффициентом фильтрации пород рудного горизонта по данным гранулометрического анализа керна, механизм настройки зависимости на данных гидрогеологических исследований и использования настроенной зависимости для поточной интерпретации данных электрокаротажа сооружаемых скважин. Автором разработан алгоритм интерпретации кривых кажущегося сопротивления и реализующее его программное обеспечение, позволяющие производить расчленение разреза на заданное количество геотехнологических литотипов и осуществлять определение коэффициента фильтрации выделенных пластов в автоматическом режиме. Приведены положительные результаты экспериментального опробования методики и программного обеспечения автоматизированной интерпре-

В. Г. Соскин

тации электрокаротажа на примере данных по одному из типичных месторождений урана инфильтрационного типа.

В третьей главе для выявления причин систематического занижения расчетных извлекаемых запасов на инфильтрационных месторождениях урана диссертантом проанализированы существующие методики и алгоритмы автоматизированной интерпретации данных гамма-каротажа. Автором сделан вывод, что возникновение систематической ошибки маловероятно на этапе расчета значений концентрации радия вдоль ствола скважины, но возможно на этапе определения границ рудных по урану интервалов. Систематическое занижение извлекаемых запасов связано с исключением из подсчета запасов урана, содержащегося в условно безрудных пропластках, разделяющих рудные интервалы. Он подлежит извлечению в рамках контура закисления, охватывающего рудное тело, и должен быть учтен наравне с ураном балансовых пересечений. Показана необходимость проведения в условиях инфильтрационных месторождений дополнительных вычислительных процедур, направленных на формирование по морфологическим и геотехнологическим параметрам объединенных рудных интервалов. Представлен алгоритм морфологического объединения элементарных балансовых рудных пересечений. Приведены обобщенные результаты экспериментального опробования методики морфологического объединения для характерных скважин разных инфильтрационных месторождений.

Четвертая глава имеет прикладное значение. В ней описан усовершенствованный аппаратный и программно-методический комплекс для проведения, регистрации и интерпретации данных геофизических исследований скважин инфильтрационных месторождений урана. Аппаратная часть комплекса, включающая линейку скважинных приборов и каротажный регистратор, разработана при непосредственном участии автора и обеспечивает повышение качества регистрации данных каротажных исследований при высокой степени надежности аппаратуры и одновременном снижении эксплуатационных требований. Программная часть комплекса разработана лично дис-

Светослав

сертантом и включает современный программный комплекс для проведения каротажных исследований и регистрации их результатов и программно-методический комплекс автоматизированной интерпретации данных электро- и гамма-каротажа, основанный на предложенных методиках, изложенных автором во второй и третьей главах диссертации. Программное обеспечение регистрации каротажных данных позволяет проводить широкий спектр геофизических исследований различными типами скважинных приборов, обеспечивает высокую точность и повышенную степень автоматизации каротажных работ. Программно-методический комплекс интерпретации позволяет осуществлять оперативную автоматизированную интерпретацию данных электро- и гамма-каротажа с минимальным участием со стороны интерпретатора и достаточно высокой точностью определения количественных результатов.

Наконец, заключительная часть диссертации, ее пятая глава, посвящена описанию опыта использования разработанного аппаратного и программно-методического комплекса и отдельных его элементов разведочными и добывающими предприятиями России, стран СНГ и дальнего зарубежья с указанием перечней обслуживаемых ими месторождений и списков используемых ими элементов комплекса. Использование элементов комплекса подтверждено актами о внедрении результатов диссертационной работы в АО «Русбурмаш» и ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат».

Каждый из пяти разделов диссертации завершается выводами, которые соответствуют изложенному материалу и достаточно аргументированы. Выводы по работе в целом являются обобщением выводов по главам. Положения и выводы диссертации можно считать достоверными на основании четких постановок задач исследования, соответствия используемых методов и алгоритмов поставленным задачам, проведения экспериментов с использованием реальных геофизических и технологических данных и практического применения разработанных автором методических приёмов, программного

обеспечения и аппаратного комплекса на действующих уранодобывающих предприятиях.

Замечания

1. На мой взгляд, следовало более четко сформулировать защищаемые положения, каждое из которых должно состоять из трех частей. Сначала должен быть указан результат (методика или программно-методический, аппаратно-технический комплекс, основанный на таком-то принципе (или отличающийся тем-то от аналогов), который позволяет решить такую-то техническую или геологическую задачу.

2. Следовало автореферат излагать по защищаемым положениям, либо в каждой главе показывать: какое защищаемое положение рассматривается и что сделано соискателем в данном направлении.

3. Очень кратко описан аппаратный и программно-методический комплекс по сравнению с предыдущим текстом. Ему уделено недостаточно внимания, хотя третье защищаемое положение основано на четвертой главе.

4. В автореферате главе 5 уделено только восемь строчек и не показаны результаты применения разработок автора в России, странах СНГ и в странах дальнего зарубежья.

5. Заключение также написано кратко, не раскрыта содержательная часть разработок соискателя, хотя выводы по главам сделаны подробно и обосновано.

Перечисленные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, которая производит впечатление законченной научной работы, выполненной лично автором, все задачи которой решены на достаточном научно-техническом уровне. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 7 статьях, 4 из которых – в журналах из перечня ВАК. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Выводы. Диссертация является научно-квалификационной работой, содержащей новые решения актуальных задач в области геофизического обеспечения добычи урана методом подземного выщелачивания, и несет в

себе необходимые элементы научной новизны и практической ценности. Считаю, что диссертационная работа соответствует критериям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Дмитрий Александрович Легавко заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Я, Костицын Владимир Ильич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой геофизики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
доктор технических наук, профессор

В. Костицын
16.03.2020 г.

Владимир Ильич Костицын

Адрес: 614990, Пермь, ул. Букирева, д. 15, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Эл. адрес: kostitsyn@psu.ru, тел. (342) 2-396-657.

Подпись Костицына Владимира Ильича заверяю.

Начальник отдела кадров Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»



Андрей Эдуардович Шикалов

16.03.2020 г.