

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ**  
**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОВЕДЕНИЯ**  
**РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**  
**(ИПМаш РАН)**



В.О., Большой проспект, д.61, Санкт-Петербург, 199178  
Тел.: (812)-321-4778; факс: (812)-321-4771; www.ipme.ru

ОГРН 1037800003560, ИНН/КПП 7801037069/780101001



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИПМаш РАН, д.т.н.

Полянский В.А.

« 14 » марта 2022 г.

## ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертацию Жданова Ивана Александровича «Разработка системы автоматизированного анализа и контроля текущего состояния нефтяных месторождений», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)**

Диссертационная работа Жданова Ивана Александровича посвящена актуальным вопросам повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на основе компьютерного моделирования подземного резервуара. Основной акцент сделан на *псевдодвумерной (по пространству) модели* нефтяного пласта, предложенной автором.

В качестве *объекта исследования* выступает нефтяной подземный резервуар (пласт), а *предметом исследования* является серия его физико-математических и компьютерных моделей, позволяющих повысить эффективность разработки месторождений.

**1. Актуальность темы диссертации** определяется необходимостью оперативного управления разработкой и эксплуатацией нефтяных месторождений. Для этого необходимо определить набор операций (действий), позволяющий на основе исходных данных получить решение приемлемой точности на заданный временной период. Первой из этих операций является выбор физико-математических моделей, на основе которых выполняются расчёты. В нефтяной практике предложен ряд подходов для поиска решений по управлению подземным резервуаром, самый точный из которых базируется на решении общих уравнений фильтрации жидкости в пористой среде с использованием 3D геолого-гидродинамических симуляторов. Однако использование таких программных комплексов требует создания полномасштабной модели нефтеносного пласта и её адаптации, что является крайне трудоёмким процессом, приводящим к принятию несвоевременных решений по управлению разработкой текущих

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-38 от 14.03.2022  
АУ УС

активов. Именно это обстоятельство определяет актуальность диссертационного исследования, **основная идея** которого состоит в корректной редукции (упрощении) «тяжелых» 3D геолого-гидродинамических моделей до уровня, пригодного для оперативного анализа технических характеристик нефтяного резервуара.

**2. Научная новизна диссертации** состоит: 1) в разработке и верификации псевдодвумерной пространственной модели нефтяного резервуара на основе феноменологической и эмпирической редукции 3D геолого-гидродинамической модели; 2) в применении методики прогноза дебита жидкости, обводненности и пластового давления на основе псевдодвумерной модели пласта, что позволяет получать прогнозные эксплуатационные показатели с точностью, приемлемой для принятия оперативных производственных решений; 3) в применении методики корректировки технологических режимов работы нагнетательных и добывающих скважин нефтяного месторождения на основе псевдодвумерной модели пласта, что позволяет существенно повысить эффективность разработки месторождений.

**3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций** определяется корректным использованием математического аппарата при проведении редукции 3D геолого-гидродинамической модели нефтяного пласта, а также в глубокой и всесторонней верификации псевдодвумерной модели нефтяного резервуара на данных, либо сгенерированных 2D или 3D геолого-гидродинамическими симуляторами, либо на наборе ретроспективных данных с реальных объектов добычи. Достоверность и обоснованность сформулированных в работе научных положений подтверждена результатами обширных вычислительных экспериментов.

**4. Научные результаты, их ценность.** Ведущая организация подтверждает ценность научных результатов, выносимых на защиту:

1. На основе псевдодвумерной пространственной модели нефтяного резервуара, построенной путем феноменологической и эмпирической редукции 3D геолого-гидродинамической модели, можно оперативно спрогнозировать эксплуатационные параметры.

2. Применение методики прогноза дебита жидкости, обводненности и пластового давления, разработанной на основе псевдодвумерной модели пласта, позволяет получать прогнозные эксплуатационные показатели с точностью, приемлемой для принятия производственных решений.

3. Применение методики корректировки технологических режимов работы нагнетательных и добывающих скважин нефтяного месторождения на основе псевдодвумерной модели пласта позволяет существенно повысить эффективность разработки месторождений.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 5-и печатных работах, в том числе в 2-х статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (далее – Перечень ВАК), в 2-х статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования SCOPUS и WoS; получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

**5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации** состоит в корректном применении методов системного анализа, управления и обработки информации для

редукции (упрощения) 3D геолого-гидродинамической модели нефтяного пласта до псевдодвумерной (по пространству) модели, а также в решении на основе этой подмодели практически важных задач эффективной эксплуатации нефтяных месторождений, имеющих длительную историю разработки и значительный фонд скважин.

#### **6. Рекомендации по использованию результатов работы.**

Псевдодвумерная пространственная модель реализована в составе программного модуля «Инструмент для достижения потенциала базовой добычи» КАРАТ, который интегрирован в программный комплекс «ОптимА», предназначенный для поиска оптимальных технико-экономических решений при разработке нефтегазовых месторождений на основе физико-математических моделей разного уровня детализации. Указанный программный продукт зарегистрирован и может эффективно использоваться в ПАО «Газпром нефть», в частности на нефтяных месторождениях Западной Сибири.

#### **7. Замечания и вопросы по работе.**

1. Отдельные формулы в диссертации не обоснованы в плане ссылок на литературу. Например, формулы (1.9), (1.10), (1.13) и т.д. были известны ранее или получены соискателем? По нашему мнению, не совсем обоснованы формулы максимального, минимального и стартового значений (2.22)-(2.24). Не совсем понятно, почему в формулах (2.25)-(2.27) выбраны конкретные значения коэффициентов 1.5, 0.2 и 0.51, а не другие?
2. В разделе «Контроль и управление обводненностью» на стр. 48-49 по поводу управления пишется только, что «Управление обводненностью осуществляется путем ограничения приемистости нагнетательных скважин для минимизации риска прорыва воды и снижения непроизводительной закачки. Кроме того, с целью контроля обводненности выполняется подбор кандидатов для проведения промыслово-геофизических исследований». Не понятно, как применить сказанное к конкретной задаче. Аналогичное замечание можно отнести к разделам «Контроль и управление пластовым давлением» и «Контроль и управление продуктивностью».
3. В разделе «Анализ влияния ключевых входных параметров модели КАРАТ» задаются конкретные числовые значения параметров  $h=5.34$ ,  $M^0=5.25$  и т.д. Почему именно эти значения? Почему не анализируется модель при других значениях или в общем случае? Подобные частные значения встречаются и в других разделах диссертации.
4. Встречаются опечатки и неточности. Например, «++» в формуле (2.33), «= =» в (2.50) и т.п.

**8. Заключение по диссертации.** Отмеченные замечания не уменьшают значимость результатов и ценность выполненной работы.

Анализ диссертации, автореферата и опубликованных работ автора позволяет заключить, что представленная диссертация Жданова Ивана Александровича является оригинальной и законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научно-техническом уровне. Она содержит решение ряда актуальных задач, имеющих существенное значение для повышения эффективности разработки и эксплуатации нефтяных месторождений.

Диссертация «Разработка системы автоматизированного анализа и контроля текущего состояния нефтяных месторождений», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки) полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о

присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а её автор Жданов Иван Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки).

Отзыв подготовлен доктором технических наук, профессором, заведующим лабораторией «Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами» ИПМаш РАН Фуртатом Игорем Борисовичем.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Жданова Ивана Александровича обсужден и утвержден на заседании лаборатории «Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами» федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт Проблем Машиноведения Российской Академии Наук (ИПМаш РАН), протокол № 2 от «01» марта 2022 года.

Заведующий лабораторией

«Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами» федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт Проблем Машиноведения Российской Академии Наук (ИПМаш РАН)  
профессор, доктор технических наук

**Фуртат Игорь Борисович**

Секретарь заседания  
кандидат технических наук

**Вражевский Сергей Александрович**

М.П.

Подпись Фуртата И.Б. и Вражевского С.А.  
УДОСТОВЕРЯЮ: Подполковник ректора  
ИПМАШРАН Фуртат / Вражевский С.А.  
01 марта 2022.

