

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ
ПОНИЖЕНИЕМ НАПОРА НА БАТАРЕЕ СКВАЖИН ПРИ ПОДДЕРЖКЕ
ПОСТОЯННЫХ НАПОРОВ СВЕРХУ И СНИЗУ ПЛАСТА**

К.Р. Кодиров

Доцент университета шёлкового пути и инновации

sahramon@rambler.ru

Аннотация

Разработан эффективные вычислительные алгоритмы для определения и прогнозирования изменений основных параметров процесса движения подземных вод в пластовых системах с учетом понижения напоров на управляемой батарее скважин.

Ключевые слова: математическая модель, аналитическое решение, численный алгоритм, вычислительных алгоритм, пластовая фильтрация, батарея скважин, пористая среда, геофильтрация.

Introduction

Совершенствованием методов математического моделирования геофильтрационных процессов при решении таких задач, как оценка ресурсов подземных вод, состояния гидрогеологических мелиоративных систем, а также задач геофильтрации подземных вод в многослойных пористых средах занимались многие выдающиеся ученые. Основы науки о движении подземных вод (гидрогеологии) связаны с именами А. Дарси, Ж. Дюпюи, Н.Е. Журковского, Ф. Форхгеймера и др. Большую роль в разработке математических методов с интенсивным развитием теории и практики движения подземных вод сыграли также труды Ф.Б. Абуталиева, П.Я. Полубариновой-Кочиной, М.Б.Баклушкина, В.И. Аравиной, С.Н. Нумеровой, Г.Н. Каменского, А.И. Силина-Бекчурина, П.П. Климентова, Г.Б. Пыхачева, В.А. Мироненко, И.К. Гавича и др. [2,4,5,6]

В Узбекистане в области разработки математических моделей геофильтрационных процессов и численных алгоритмов решения задач можно отметить труды таких видных узбекских ученых как Н.И. Ходжибаев, У.У. Умарова, И. Хабибуллаев, Р.Н. Усманов, Ж.С. Сидикова, Н. Равшанов, Ж. Джуманов и многих других, которые в частности, активно исследовали гидродинамическое состояние территорий, прилегающих к акватории Аральского моря, выполняли расчеты эксплуатационных запасов подземных вод.

Создание математической модели процессов геофильтрации подземных вод в многослойных пористых средах зависит от классификации массива горных пород в гидросфере региона, водоудерживающих свойств, физико-механических свойств и степени непрерывности. В связи с этим, недостаточно представлено достигнутые на настоящий момент результаты по исследованию уровня и состояния для принятия решений [1].

Разработанное программное обеспечение «ZPV-monitor» позволяет осуществлять мониторинг и прогнозирование процессов движения подземных вод в пластовых системах, а также обеспечивает поддержку принятия решений по защите подземных вод от источников загрязнения [7,8].

Ниже приведены примеры результатов вычисления скорости фильтрования при заданных входных данных (рис. 1.1 - 1.4).

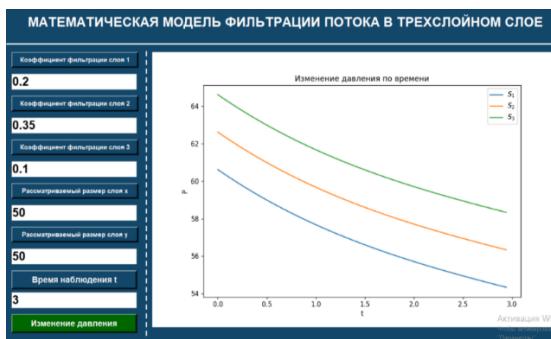


Рис. 1.1. Определение понижения напоров на галерее скважин при $S_1=0.2$, $S_2=0.35$, $S_3=0.1$, $x=50$, $y=50$, $t=3$.

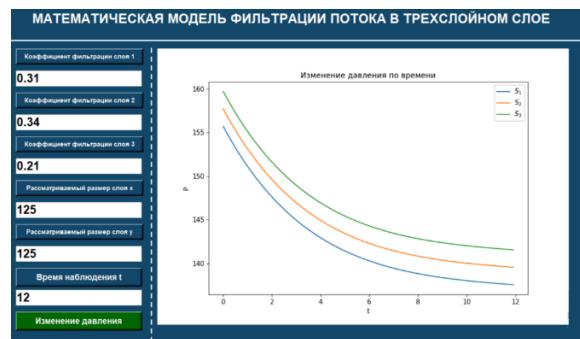


Рис. 1.2. Определение понижения напоров на галерее скважин при $S_1=0.31$, $S_2=0.34$, $S_3=0.21$, $x=125$, $y=125$, $t=12$.



Рис. 1.3. Определение понижения напоров на галерее скважин при $S_1=0.28$, $S_2=0.33$, $S_3=0.26$, $x=100$, $y=150$, $t=16$.

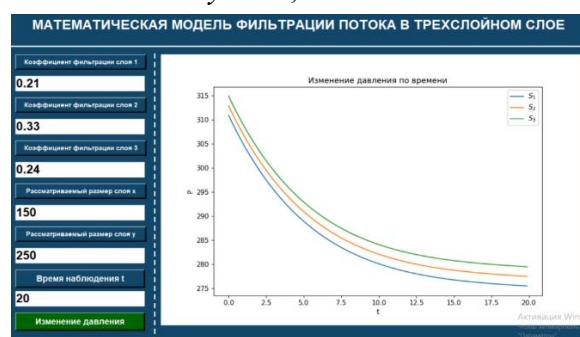


Рис. 1.4. Определение понижения напоров на галерее скважин при $S_1=0.21$, $S_2=0.33$, $S_3=0.24$, $x=150$, $y=250$, $t=20$.

Для определения и прогнозирования основных параметров рассматриваемого процесса с учетом понижения напоров на управляемой батареи скважин были проведены вычислительные эксперименты на основе разработанного программного обеспечения проведена серия вычислительных экспериментов (рис. 1.5 - 1.8).

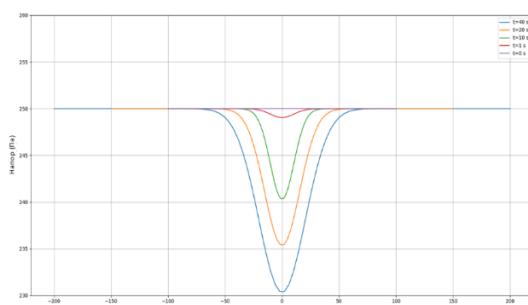


Рис. 1.5. Изменения напоров в пластах по длине фильтрационных слоёв без учёта упругого режима при $S_1=0,31$, $S_2=0,34$, $S_3=0,21$, $x=125$, $y=125$, $t=40$

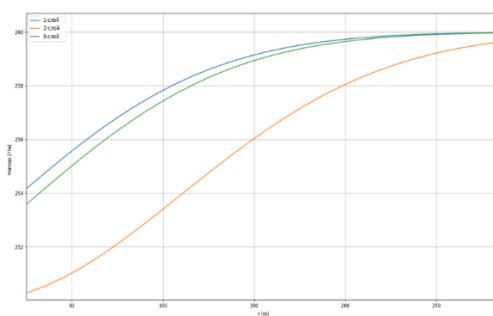


Рис. 1.6. Изменение напора в верхнем фильтрационном слое без учёта упругого режима.

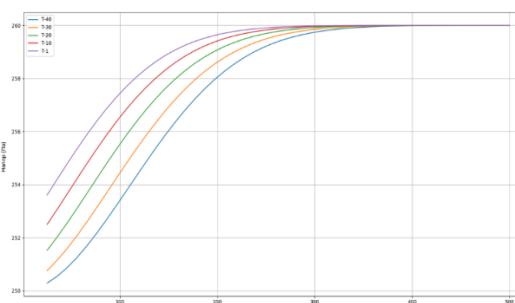


Рис. 1.7. Изменения напоров по времени в верхнем и нижнем фильтрационных слоях без учёта упругого режима.

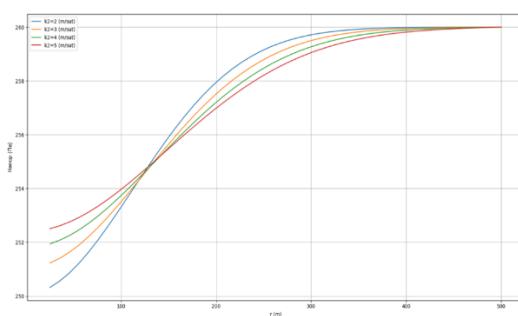


Рис. 1.8. Изменения напоров по времени в верхнем и нижнем фильтрационных слоях без учёта упругого режима.

Анализ проведенных расчетов показал, что переток жидкостей через границу раздела фильтрационных слоев существенно зависит от проводимости соответственно верхнего и нижнего хорошо проницаемых слоев, коэффициента пьезопроводности хорошо проницаемых слоев, а также от коэффициентов фильтрации и пьезопроводности слабопроницаемого слоя.

С помощью разработанного программного комплекса «ZPV-monitor» была проведена серия вычислительных экспериментов по определению и прогнозированию основных параметров процесса движения подземных вод в пластовых системах с учетом понижения напоров на управляемой батарее скважин.

Результаты численных расчетов задач позволили установить степень влияния упругого режима фильтрации в слабопроницаемом слое на перетеки в соседних пластах.

Разработанное математическое и программное обеспечение было внедрено для практического применения на объектах хозяйствующих субъектов Республики Узбекистан.

Список литературы

1. Абуталиев Ф.Б., Баклужин М.Б. Применение теоремы Миттага-Лефлера к решению задач теории перетекания в слоистых средах//Изв. АН УзССР. Сер.техн.наук. –1987. - №1. –С.50-56.
2. Антонцев С.Н., Капранов Ю.И., Кашеваров А.А., Рыбакова С.Т., Эмих В.Н. Математические модели фильтрации в почвогрунтах. В сб.:Проблемы теории фильтрации. –М.:Наука,1987, с.5-15.
3. Баклужин М.Б., Кодиров К.Р. Способ управления напором галерей скважин при нахождений уровня подземных вод со свободной поверхностью // Проблемы информатики и энергетики. –2009. –№1. –С. 31-35.
4. Бочевер Ф.М., Гармонов И.В., Лебедев А.В., Шестаков В.М. Основы гидрогеологических расчетов. М.: Недра, 1969, 368 с.
5. Кашеваров А.А. Численное моделирование взаимосвязи напорной фильтрации и поверхностного стока. В сб.: Вычислительная и прикладная гидродинамика (Динамика сплошной среды). / Ин-т гидродинамики СО РАН, Новосибирск, 1996, вып.111, с.40-48.
6. Полубариново-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. –М.: Наука, 1977. –664 с.
7. Равшанов Н., Кодиров К.Р. Моделирование процесса фильтрации потока подземных вод в хорошо проницаемом слое // Роль современных информационных коммуникационных технологий в повышении эффективности образования и научных исследований: материалы. респ. науч.-практ. конф. –Карши, 2017. –С.117-120.
8. Равшанов Н., Кодиров К. Муродиллоева З.Х. Численное моделирование процесса фильтрации подземных вод во взаимодействующих слоистых пористых средах // Проблемы вычислительной и прикладной математики. –2023. –№6/1(54). –С. 98-113.