



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Санкт-Петербургское отделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геоэкологии им. Е.М.Сергеева Российской академии наук (СПБО ИГЭ РАН)

199004, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 41, оф. 519, а/я № 107
Тел./факс: (812) 325-48-81, E-mail: office@hge.pu.ru, <http://www.hge.pu.ru/>
ОКПО 45521699, ОГРН 1027739221256, ИНН 7708090766, КПП 780102002

03.02.14 № 10/105

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AMWELLS (модуль расчета зон санитарной охраны водозаборов подземных вод)

Тестирование программы аналитического моделирования AMWELLS проводилось в Санкт-Петербургском отделении Института геоэкологии РАН на предмет правильности расчета 2 и 3 пояса зоны санитарной охраны (ЗСО).

Для тестирования были выбраны базовые аналитические решения из официального методического руководства [1] и примеры расчетов ЗСО к этим решениям, опубликованные в той же методичке:

- 1) одиночный водозабор в удалении от реки,
- 2) линейный кустовой водозабор в удалении от реки,
- 3) одиночный водозабор вблизи реки (поток направлен к реке),
- 4) одиночный водозабор вблизи реки (поток отсутствует),
- 5) одиночный водозабор вблизи реки (поток направлен от реки),
- 6) линейный кустовой водозабор вблизи реки (поток направлен к реке).

В программе AMWELLS задавались гидрогеологические условия и параметры из описанного в методичке примера, а затем сравнивались результаты расчетов по трем характеристикам (R – длина пояса против потока, r – длина пояса по потоку, $2d$ – ширина пояса). Результаты расчетов и исходные параметры приведены в Приложении.

Сравнительный анализ расчетов показывает, что расхождение между программой AMWELLS и приведенными в примерах методички размерами поясов ЗСО составляет в среднем $\pm 1.6\%$. Однако следует отметить, что можно выделить два типа ошибок для некоторых примеров.

Отклонение результатов AMWELLS в диапазоне (4–6 %) от методички связано с приближённостью некоторых решений, приведенных в ней [2], а также точностью снятия с номограмм безразмерных параметров.

Отклонения в диапазоне (11–32 %) объясняются ошибками в уравнениях для конкретных схем, которые изложены в методичке.

Для доказательства достоверности расчетов программы аналитического моделирования AMWELLS дополнительно были проведены расчеты на программе численного моделирования MODFLOW [3] с использованием модуля PM PATH. Результаты также приведены в Приложении.

Расчеты, выполненные на программах AMWELLS и PMPATH, дают хорошее совпадение. Расхождение для всех примеров в среднем составило менее 1 %.

Таким образом, результаты кросскалибровки программ и их сравнение с расчетами в методическом руководстве позволяют дать положительное заключение о достоверности расчетов 2 и 3 пояса ЗСО на программе аналитического моделирования AMWELLS.

1. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1983.
2. Орадовская А. Е., Лапшин Н. Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. М.: Недра, 1987.
3. MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey Modular Ground-Water Model—the Ground-Water Flow Process. By Arlen W. Harbaugh.



Л.Н. Синдаловский,
к.г.-м.н., заведующий лабораторией
математического моделирования



В.Г. Румынин,
член-корр. РАН, д.г.-м.н.,
директор



ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример 1. Одиночный водозабор в удалении от реки

Тип расчета	Пояс	Размер поясов ЗСО, м			Расхождение с AMWELLS, %			Исходные параметры	Ссылка на расчет	Примечание
		R	r	2d	R	r	2d			
AMWELLS	II	2983	167	950					4_1_2-in.docx	
PMRATH	III	2957	166	920	1	1	3		4_1_2.dxf	
Методическое руководство	III	2960	160	1000	1	4	-5		Разд. 4.1.2. стр.80	

Пример 2. Линейный кустовой водозабор в удалении от реки

Тип расчета	Пояс	Размер поясов ЗСО, м			Расхождение с AMWELLS, %			Исходные параметры	Ссылка на расчет	Примечание
		R	r	2d	R	r	2d			
AMWELLS	III	3826	1139	5396					4_2_2-in.docx	
PMRATH	III	3790	1178	5355	1	-3	1		4_2_2.dxf	
Методическое руководство	III	3700	1260	5400	3	-11	0		Разд. 4.2.2. стр.85	

Пример 3. Одиночный водозабор вблизи реки. Поток направлен к реке.

Тип расчета	Пояс	Размер поясов ЗСО, м			Расхождение с AMWELLS, %			Исходные параметры	Ссылка на расчет	Примечание
		R	r	2d	R	r	2d			
AMWELLS	II	184	100	324					3_1_1_3-in.docx	
	III	1497	100	955						
PMRATH	II	182	100	323	1	0	0		3_1_1_3(400).dxf	
	III	1498	100	944	0	0	1		3_1_1_3(10000).dxf	
Методическое руководство	II	173	100	320	6	0	1		Испр. R=48+125=173	
	III	1500	100	1000	0	0	-5		Разд. 3.1.1.3, стр. 35	

Пример 4. Одиночный водозабор вблизи реки. Поток отсутствует.

Тип расчета	Пояс	Размер пойсов ЗСО, м			Расхождение с AMWELLS, %			Исходные параметры	Ссылка на расчет	Примечание
		R	r	2d	R	r	2d			
AMWELLS	II	152	100	324	31.5	0	3	Q=2000 м ³ /сут, m=30 м, k=30 м/сут, n=0,25, i=0, X ₀ =100 м	3_1_2_2-in.docx	3_1_2_2(400).dxf
	III	548	100	1015						
PMPATH	II	150	100	315	0	0	3	3_1_2_2(10000).dxf	3_1_2_2(10000).dxf	3_1_2_2(10000).dxf
	III	548	100	980	1	0	3			
Методическое руководство	II	150	100	320	1	0	1	Разд. 3.1.2.2, стр. 39	Разд. 3.1.2.2, стр. 39	Разд. 3.1.2.2, стр. 39
	III	550	100	1000	0	0	1			

Пример 5. Одиночный водозабор вблизи реки. Поток направлен от реки.

Тип расчета	Пояс	Размер пойсов ЗСО, м			Расхождение с AMWELLS, %			Исходные параметры	Ссылка на расчет	Примечание
		R	r	2d	R	r	2d			
AMWELLS	II	100	122	300	303	0	-2	Q=2000 м ³ /сут, m=30 м, k=30 м/сут, n=0,25, i=0,001 X ₀ =100 м	3_1_3_2.docx	3_1_3_2(400).dxf
	III	100	183	505						
PMPATH	II	100	125	303	0	0	-1	3_1_3_2(10000).dxf	3_1_3_2(10000).dxf	3_1_3_2(10000).dxf
	III	100	183,5	508	0	0	-1			
Методическое руководство	II	100	83	300	0	32	0	Разд. 3.1.3.2, стр. 43	Разд. 3.1.3.2, стр. 43	Разд. 3.1.3.2, стр. 43
	III	100	184	500	0	-1	1			

Пример 6. Линейный кустовой водозабор вблизи реки. Поток направлен к реке.

Тип расчета	Пояс	Размер пойсов ЗСО, м			Расхождение с AMWELLS, %			Исходные параметры	Ссылка на расчет	Примечание
		R	r	2d	R	r	2d			
AMWELLS	III	1757	100	2778	4	0	0	Q=2500х7 м ³ /сут, m=40 м, k=50 м/сут, n=0,2, i=0,0005, L=233,3х6 м	3_2_1_2.docx	3_2_1_2(10000).dxf
	III	1690	100	2785						
PMPATH	III	1757	100	2700	0	0	3	Разд. 3.2.1.2. стр.60	Разд. 3.2.1.2. стр.60	Испр. R= 1250+507=1757
	III	1757	100	2700	0	0	3			