

---

УДК 504.4

## Определение движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации

Шарапов Р.В.

Движение грунтовых вод оказывает существенное влияние на гидрологический режим и развитие карстовых и суффозных процессов. Движение грунтовых вод в междуречном массиве, особенно при различной высоте протекающих рек над уровнем моря, имеет ряд особенностей. В работе рассматриваются вопросы движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации. Приводится методика расчета единичного расхода потока и мощности водоносного горизонта. Дается схема движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации. Описываются принципы построения депрессионной кривой. Дается описание программы, позволяющей производить расчёты движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации по параметрам пользователя. В результате вычислений строится депрессионная кривая, характеризующая изменение мощности водоносного горизонта.

*Ключевые слова:* вода, подземные воды, грунтовые воды, движения грунтовых вод, депрессионная кривая, река, инфильтрация.

## Determination of groundwater movement in the interfluvial massif taking into account infiltration

Sharapov R.V.

Groundwater movement has a significant impact on the hydrological regime and the development of karst and suffosic processes. The movement of groundwater in the interfluvial massif, especially at different heights of the rivers that flow over the sea level, has a number of features. The paper discusses the movement of groundwater in the interfluvial massif taking into account infiltration. The methodology for calculating the unit flow rate and power of the aquifer is given. A scheme is given for the movement of groundwater in the interfluvial massif with allowance for infiltration. The principles of constructing a depression curve are described. The description of the program allowing to make calculations of movement of ground waters in an interfluvial massif with the account of infiltration on user parameters is given. As a result of the calculations, a depression curve is constructed that characterizes the change in the capacity of the aquifer.

*Keywords:* water, underground water, groundwater, groundwater flow, depression curve, river, infiltration.

### Введение

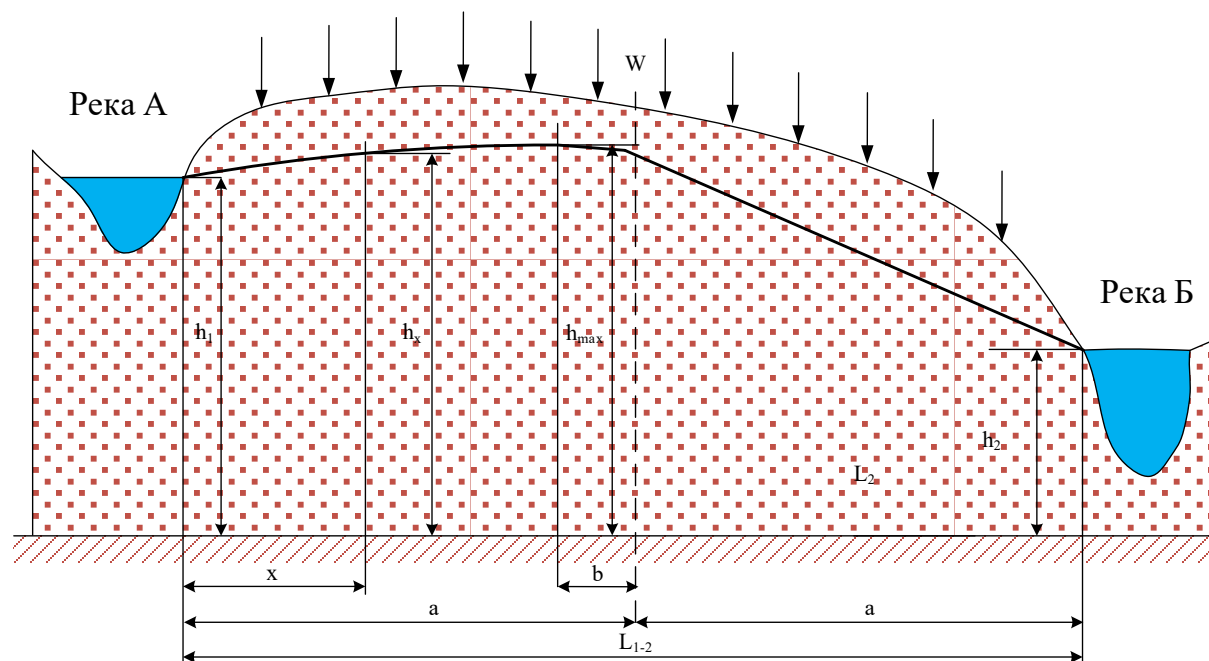
Движение грунтовых вод оказывает существенное влияние на гидрологический режим и развитие карстовых и суффозных процессов [1, 2]. Дренажные грунтовыми водами карстующих пород может служить причиной активного образования карстовых провалов и воронок [3]. Движение грунтовых вод в междуречном массиве, особенно при различной высоте протекающих рек над уровнем моря, имеет ряд особенностей (см. рис. 1). Водораздел между реками может иметь различное положение в междуречье. При большой разности

высот рек и уменьшении интенсивности инфильтрации водораздел может отсутствовать и водные потоки будут направлены от одной реки к другой.

Цель работы – рассмотреть вопросы определения движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации.

### Результаты исследования

По аналогии с [4] на основе формулы Г.Каменского [5, 6, 7] рассчитывается единичный расход в междуречном массиве с учетом инфильтрации:



**Рис. 1.** Схема движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации:

$h_1$  – мощность водоносного горизонта у уреза реки А;  $h_2$  – мощность водоносного горизонта у уреза реки Б;  $h_x$  – мощность водоносного горизонта в промежуточном сечении, отстоящем от уреза реки А на расстоянии  $x$ ;  $h_{max}$  – максимальная мощность водоносного горизонта в междуречном массиве;  $b$  – величина смещения водораздела грунтовых вод;  $L_{1-2}$  – расстояние между реками.

$$q_x = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \left( \frac{L_{1-2}}{2} - x \right)$$

где  $k$  – коэффициент фильтрации водовмещающих пород;

$h_1$  – мощность водоносного горизонта у уреза реки А;

$h_2$  – мощность водоносного горизонта у уреза реки Б;

$L_{1-2}$  – расстояние между реками;

$W$  – величина инфильтрации;

$x$  – расстояние от реки А.

Вид депрессионной кривой зависит от расположения рек. Если уровни рек А и Б одинаковы, то водораздел грунтовых вод располагается посередине междуречья. Если уровень рек разный, то смещение водораздела грунтовых вод  $b$  в сторону реки с большей отметкой уровня можно определить с помощью выражения [7]:

$$b = \frac{k}{W} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}$$

Для расчёта мощность водоносного горизонта  $h_x$  в промежуточном сечении  $x$  используется уравнение Г.Каменского [7]:

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}}x + \frac{W}{k}(L_{1-2} - x)x}$$

Варьируя величиной  $x$  определяются значения  $h_x$ . По полученным данным строится депрессионная кривая. По оси абсцисс откладываются значения  $x$ , по оси ординат – значения  $h_x$ .

Так как на практике величину инфильтрации  $W$  достаточно сложно определить, то можно использовать дополнительные данные с промежуточной скважины. Тогда, определив мощность водоносного горизонта  $h_3$  можно использовать формулу для определения размера инфильтрации:

$$W = k \left[ \frac{h_3^2 - h_1^2}{(L_{1-2} - x)x} + \frac{h_1^2 - h_2^2}{(L_{1-2} - x)L_{1-2}} \right]$$

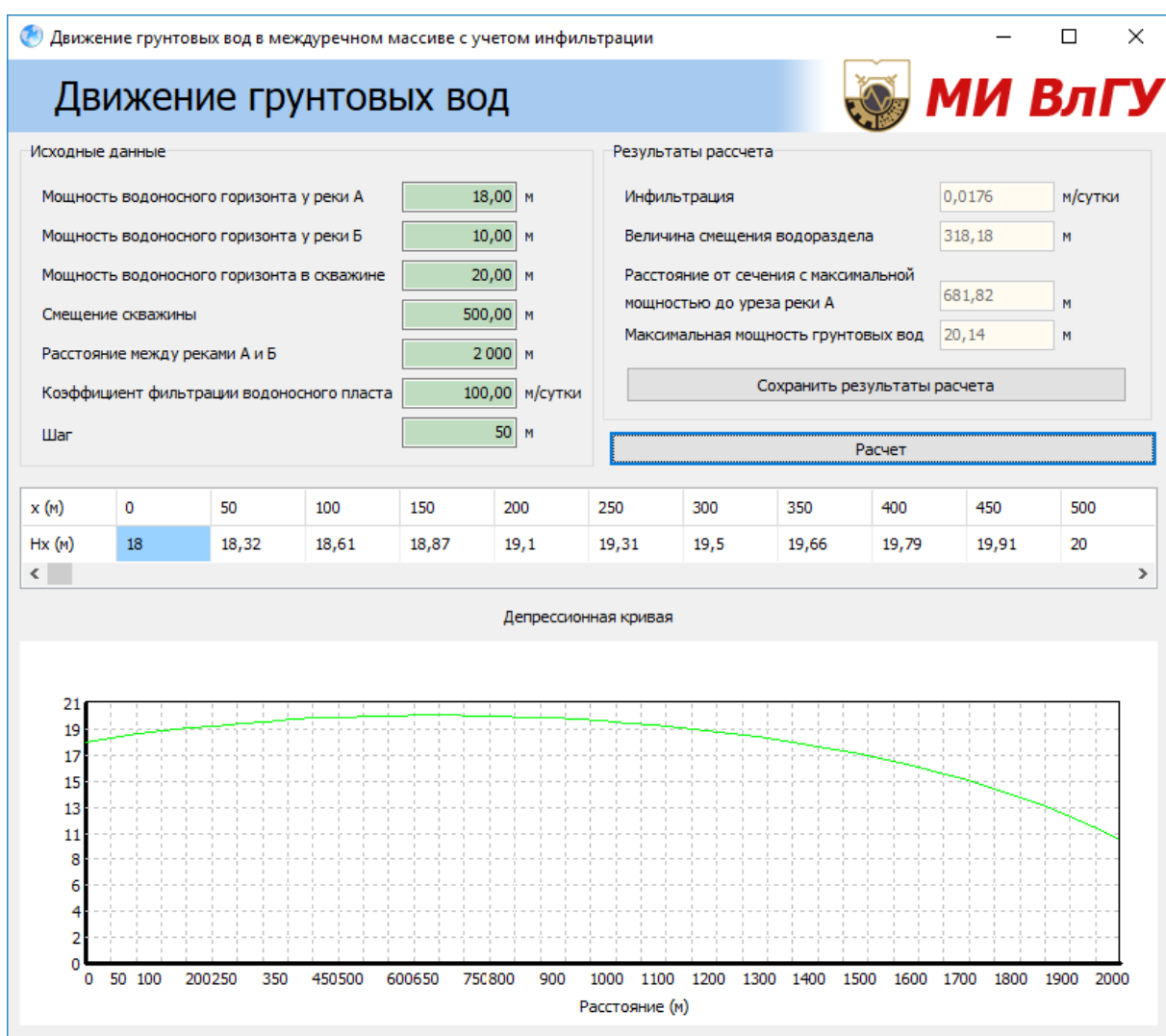


Рис. 2. Программа расчета движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации.

В качестве практической реализации была написана программа расчета движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации [8].

### Заключение

Разработанная на основе описанной методики программа позволяет производить расчёты движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации по параметрам пользователя. В результате вычислений определяется величина инфильтрации, смещение водораздела, расстояние от сечения с максимальной мощностью до уреза реки А, максимальная мощность грунтовых вод и строится депрессионная кривая.

### Литература

1. Шаронов Р.В. Мониторинг экзогенных процессов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 2. – С. 39-42.
2. Шаронов Р.В. Принципы мониторинга подземных вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 3 (13). – С. 27-30.
3. Шаронов Р.В. Оценка сезонного изменения уровня грунтовых вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2015, № 3 (25). – С. 51-60.
4. Шаронов Р.В. Определение движения грунтовых вод в однородном пласте при горизонтальном залегании водоупора // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2015, № 4. – С. 12-14.
5. Трофимов В.Т. Инженерная геодинамика (инженерная геология). – М.: МГУ, 2005. – 1024 с.

6. *Бондарик Г.К.* Инженерно-геологические изыскания: учебник / Г. К. Бондарик, В. В. Пендин, Л. А. Ярп. – М.: КДУ, 2008 – 424 с.

7. *Гордеев П.В., Шемелина В.А., Шулякова О.К.* Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии. – М: Высшая школа, 1981. – 152 с.

8. *Шарапов Р.В.* Программа расчета движения грунтовых вод в междуречном массиве с учетом инфильтрации // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015619970 – 18.09.2015.

### References

1. *Sharapov R.V.* Monitoring jekzogenykh processov [Monitoring of exogenous processes] // *Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti* [Engineering industry and life safety], 2012, № 2. – P. 39-42.

2. *Sharapov R.V.* Principy monitoringa podzemnykh vod [Principles of groundwater monitoring] // *Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti* [Engineering industry and life safety], 2012, № 3 (13). – P. 27-30.

3. *Sharapov R.V.* Ocenka sezonnogo izmenenija urovnja gruntovykh vod [Evaluation of seasonal changes in groundwater levels] // *Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti* [Engineering industry and life safety], 2015, № 3 (25). – P. 51-60.

4. *Sharapov R.V.* Opredelenie dvizhenija gruntovykh vod v odnorodnom plaste pri gorizonta'nom zaleganii vodoupora [Determination of groundwater flow in a homogeneous formation with horizontal occurrence of water pressure] // *Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti* [Engineering industry and life safety], 2015, № 4. – P. 12-14.

5. *Trofimov V.T.* Inzhenernaja geodinamika (inzhenernaja geologija) [Engineering Geodynamics (Geological Engineering)]. – Moscow: MGU, 2005. – 1024 p.

6. *Bondarik G.K.* Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya [Geological engineering survey] / G. K. Bondarik, V. V. Pendin, L. A. Jarg. – Moscow: KDU, 2008 – 424 p.

7. *Gordeev P.V., Shemelina V.A., Shuljakova O.K.* Rukovodstvo k prakticheskim zanjatijam po gidrogeologii [A guide to practical studies in hydrogeology]. – Moscow: Vysshaja shkola, 1981. – 152 p.

8. *Sharapov R.V.* Programma rascheta dvizhenija gruntovykh vod v mezhdurechnom massive s uchetoм infil'tracii [Program for calculating the movement of groundwater in the interfluvial massif taking into account infiltration] // Certificate for state registration of the computer program №2015619970 – 18.09.2015.

**Статья поступила в редакцию 2 ноября 2016 г.**

*Шарапов Руслан Владимирович* – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: info@vanta.ru

*Sharapov Ruslan Vladimirovich* – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: info@vanta.ru