

УДК 556.3(470.314)

ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА РЕКИ КЛЯЗЬМА

© 2012 Т.А. Трифонова, А.Н. Васильев, А.Н. Краснощёков

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Поступила в редакцию 26.04.2012

На основе разработанной методики проведена качественная оценка природной защищенности эксплуатируемых водоносных горизонтов в пределах водосборного бассейна реки Клязьма. Разработанные электронные карты защищенности, созданные при помощи ГИС-технологий, позволяют определить пространственное распределение защищенности водоносных горизонтов. Полученные результаты наглядно отображают высокую степень защиты водоносных горизонтов от загрязнения и устойчивость к антропогенному воздействию на всей территории их распространения.

Ключевые слова: *подземные воды, водоносный горизонт, оценка природной защищенности*

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования по региональной оценке подверженности подземных вод воздействию различных источников загрязнения. Результатом подобных исследований являются обобщенные показатели уязвимости или защищенности подземных вод по отношению к любому или определенному загрязняющему веществу. Изучение природной защищенности подземных вод от загрязнения и устойчивости к антропогенному воздействию служит важным звеном в разработке основ рационального использования водных ресурсов и необходимым элементом анализа проблем связанных с их эксплуатацией [3]. Эксплуатация подземных вод на исследуемой территории водосборного бассейна р. Клязьма началась с 1881 г., когда стал разрабатываться ассельский горизонт; касимовский горизонт эксплуатируется с 1935 г. Именно эти водоносные горизонты по гидрологическим оценкам являются наиболее водообильными, что и определило длительную и интенсивную их эксплуатацию [1]. Однако масштабных исследований природной защищенности этих водоносных горизонтов до настоящего времени не проводилось.

Объект и методы исследования. Объектом исследования явилась совокупная гидрогеологическая система бассейна р. Клязьма

Трифопова Татьяна Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии. E-mail: tatrifon@mail.ru

Васильев Алексей Николаевич, аспирант. E-mail: vasilev84.03@mail.ru

Краснощёков Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии. E-mail: kan_alex2000@mail.ru

и, в частности, два основных эксплуатируемых водоносных горизонта – ассельского пермской системы и касимовского каменноугольной системы. Бассейн р. Клязьма расположен в центральной части Восточно-Европейской равнины в междуречье верхней Волги и Оки. В гидрологическом отношении занимает северо-восточную часть Московского и западную часть Волго-Сурского артезианских бассейнов. Территория бассейна находится в административных пределах Московской, Нижегородской, Ивановской, Ярославской и Владимирской областей Центрального Федерального Округа.

Настоящее исследование основано на качественной оценке защищенности подземных вод от загрязнений на основе использования геоинформационных технологий, применяемых при экологических исследованиях, связанных с обработкой большого объема информации. Модель геологической среды и карта защищенности были созданы с использованием программного пакета ArcGIS Desktop 9.3. В качестве картографической основы использовались геологические карты четвертичных и дочетвертичных отложений территорий областей, входящих в состав бассейна р. Клязьма, а также карта состояния основных водоносных комплексов.

Известно, что для определения степени защищенности грунтовых вод основополагающими факторами являются глубина их залегания и фильтрационные свойства вышележащих пород. Для напорных вод – это еще и наличие или отсутствие экологически благоприятного превышения напора воды в рассматриваемом горизонте над уровнем грунтовых вод.

В связи с этим возникает сложность в однородной оценке защищенности для грунтовых и напорных вод [2]. В работе рассматривались первые от поверхности эксплуатируемые горизонты, которые наиболее подвержены техногенному загрязнению. Задача осложнялась тем, что в отдельных регионах бассейна р. Клязьма первыми от поверхности эксплуатируемыми водами являются грунтовые, безнапорные, а в других – напорные. Нами была использована упрощенная методика оценки, мы исходили из допущения, что на преобладающей части территории, главным образом на водоразделах и их повышенных склонах, напор воды в первых от поверхности горизонтах обычно ниже или близок к уровню грунтовых вод. То есть за основу принят экологически неблагоприятный гидродинамический вариант [4]. В качестве математической основы для оценки защищенности нами была выбрана методика качественной оценки защищенности грунтовых вод, разработанная В.М. Гольдбергом [2]. Однако в связи с тем, что оценка защищенности давалась не только для грунтовых вод, но и для приповерхностных слабонапорных водоносных горизонтов, в нашей методике увеличен диапазон глубин залегания подземных вод (табл. 1). Наименьшей защищенностью характеризуются условия, соответствующие категории I, наибольшей – категории VI.

Таблица 1. Категории защищенности подземных вод

Категория	Сумма баллов
I	<40
II	40-80
III	80-120
IV	120-160
V	160-200
VI	>200

Результаты и обсуждения. Для оценки естественной защищенности подземных вод была составлена электронная карта защищенности первых от поверхности эксплуатируемых водоносных горизонтов в границах бассейна р. Клязьма, а также карты защищенности отдельных водоносных комплексов данного региона. Для интерполяции данных при создании карт выбраны 23 контрольные точки для дочетвертичных отложений и 15 точек для отложений четвертичного периода на основе геологических профилей (планшеты Государственной геологической карты Российской Федерации, 1997). Для каждой точки были восстановлены абсолютные глубины залегания верхних границ геологических горизонтов по

геологическим профилям из легенд карт. Данные сведены в отдельную атрибутивную таблицу в ArcMap.

Для последующей работы был создан дифференцированный сеточный слой, состоящий из 599 опорных точек, расположенных внутри границ бассейна р. Клязьма. Для каждой такой точки из карты состояния основных водоносных комплексов бассейна р. Клязьма были экспортированы данные об эксплуатируемых водоносных горизонтах. Далее были установлены абсолютные глубины залегания подошв и верхних границ эксплуатируемых водоносных горизонтов для каждой точки по данным о водосодержащих породах. Эти данные были экспортированы из слоев соответствующих горизонтов и затем из них были созданы два дополнительных растровых слоя: слой верхней границы залегания водоносных горизонтов и слой их подошвы.

На следующем шаге определялось, какие из геологических горизонтов частично или полностью расположены над слоем верхних границ эксплуатируемых водоносных горизонтов. Работа производилась в приложении ArcGIS ArcScene, где такие слои были визуально идентифицированы. Далее в ArcMap данные этих горизонтов были экспортированы в слой опорных точек, а горизонты, которые расположены над слоем верхних границ эксплуатируемых водоносных горизонтов лишь частично – вырезаны по описанной выше схеме.

Для дальнейшей работы была вычислена относительная глубина залегания первого от поверхности водоносного горизонта, а также мощность каждого геологического горизонта в опорных точках. Данные сведены в атрибутивную таблицу. Далее из всех геологических горизонтов были отобраны те, которые обладают слабопроницаемыми свойствами. Каждый из них был причислен к определенной категории в зависимости от его фильтрационных свойств в соответствии с методикой [2].

На следующем шаге разрабатывался скрипт для автоматизации задачи по расчету категории защищенности в каждой из опорных точек. С помощью скрипта рассчитана защищенность водоносного горизонта в каждой опорной точке и по этим данным построены карты защищенности. Была создана трехмерная геологическая модель территории бассейна р. Клязьма [5]. Для создания такой модели все «вырезанные» и сохраненные как растровые данные геологические горизонты были обработаны в приложении ArcScene в ГИС ArcGIS, широко используемом для анализа и визуализации 3D данных. Далее всем геологическим

горизонтам было присвоено название и добавлена шкала глубины. На следующем этапе были созданы электронные карты оценки природной защищенности ассельского и касимовского водоносных комплексов подземных вод.

Защищенность ассельского и касимовского подземных водоносных комплексов на территории бассейна р. Клязьма. Воды ассельского водоносного комплекса приурочены к отложениям пермской системы. В границах исследуемой территории этот комплекс не представлен в западном и юго-восточном районе

– это часть, относящаяся к Московской области и Судогодскому району Владимирской области. Защищенность его достаточно однородна и высока – суммарный балл защищенности от 120 и выше, что соответствует IV, V, VI категории. Глубина залегания комплекса в среднем составляет 40 м. Наименьшая защищенность отмечается в бассейне реки Уводь – район Клязьминско-Нерлинской низины. Наибольшая – район Владимирского Ополья и Коврово-Касимовского плато.

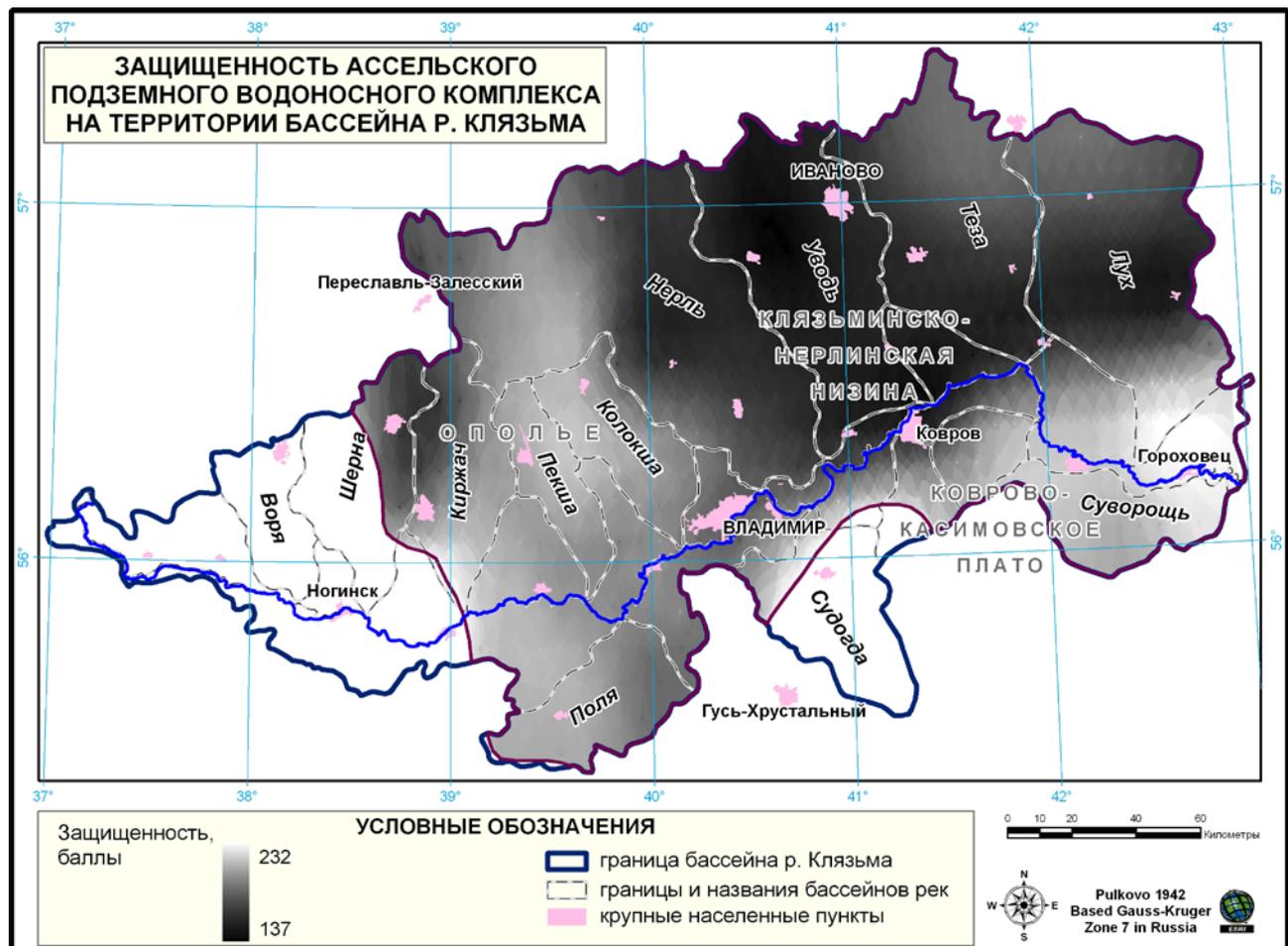


Рис. 1. Защищенность ассельского подземного водоносного комплекса на территории бассейна р. Клязьма

Воды касимовского комплекса приурочены к отложениям каменноугольного возраста. По площади комплекс покрывает всю территорию бассейна. Как и более глубоко залегающие, эти воды хорошо защищены. Глубина их залегания – 100-150 м. Наибольшая защищенность (VI категория) отмечается в таких орографических районах как Ополье и Коврово-Касимовское плато, т.е. в бассейнах рек Судогда, Нерехта, Тара, Суворощь, Колокша, Пекша, Киржач. Наименьшая (IV-V) – в низменностях.

Выводы: исследования показали высокую степень защиты водоносных горизонтов бассейна р. Клязьма от загрязнения и устойчивость к антропогенному воздействию на всей территории их распространения. Использование вод из данных подземных горизонтов в системе водоснабжения целесообразно не только по гидрологическим характеристикам, но и по экологическим показателям.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки ГК № П 708 от 20 мая 2010 г.

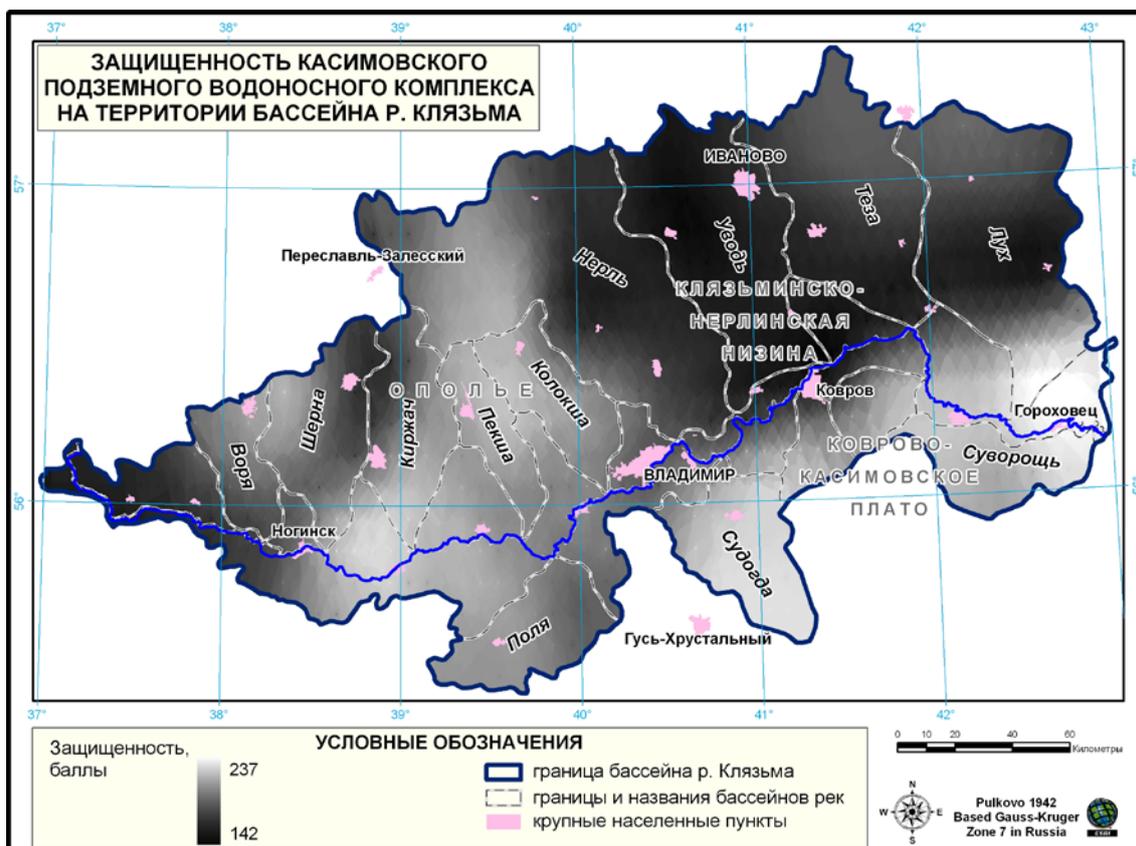


Рис. 2. Защищенность касимовского подземного водоносного комплекса на территории бассейна р. Клязьма

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гидрогеологические условия Нечерноземной зоны РСФСР / Под. ред. Г.В. Куликова. – М.: Недра, 1983. 338 с.
2. Гольдберг, В.М. Взаимосвязь загрязненных подземных вод и природной среды / В.М. Гольдберг. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 232 с.
3. Шварц, А.А. Экологическая гидрогеология. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 1996. 60 с.
4. Трифонова, Т.А. Оценка экологического риска загрязнения подземных вод на основе бассейнового подхода / Т.А. Трифонова, О.П. Солдатенкова // Геоэкология. 2002. №1. С. 49-56.
5. Трифонова, Т.А. Геологическая модель территории бассейна реки Клязьма / Т.А. Трифонова, А.Н. Краснощёков. – Свидетельство о государственной регистрации базы данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам № 2012620229 от 24.02.2012.

ESTIMATION THE NATURAL PROTECTION OF THE EXPLOITED UNDERGROUND WATERS HORIZONS IN LIMITS OF KLYAZMA RIVER WATER-PRODUCING BASIN

© 2012 Т.А. Trifonova, A.N. Vasilyev, A.N. Krasnoshchykov
Vladimir State University named after A.G. and N. G. Stoletov

On the basis of developed methods quality estimation of natural protection of exploited water supplying horizons within Klyazma river water-producing basin is carried out. The developed electronic cards of protection created by means of GIS-technology, allow to define spatial distribution of protection of water supplying horizons. The received results visually display the high extent of protection of water supplying horizons from pollution and stability to anthropogenous influence in all territory of their distribution.

Key words: *underground waters, water supplying horizon, estimation of natural protection*

Tatiana Trifonova, Doctor of Biology, Professor, Head of the Ecology Department. E-mail: tatrifon@mail.ru
Aleksey Vasilyev, Post-graduate Student. E-mail: vasilyev84.03@mail.ru
Aleksey Krasnoshchekov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Ecology Department. E-mail: kan_alex2000@mail.ru