

УДК 627.4, 574.65

**РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПОНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ  
НА УЧАСТКЕ Р.ВОЛГА ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ РАЗРАБОТКИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НСМ «ЧЕРМУШИНСКОЕ»**

**Шестова Марина Вадимовна**<sup>1</sup>, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений

e-mail: [shestowam@yandex.ru](mailto:shestowam@yandex.ru)

**Ситнов Александр Николаевич**<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор кафедры водных путей и гидротехнических сооружений

e-mail: [stnv1952@rambler.ru](mailto:stnv1952@rambler.ru)

**Воронина Юлия Евгеньевна**<sup>1</sup>, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений

e-mail: [yulez@yandex.ru](mailto:yulez@yandex.ru)

<sup>1</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** В работе произведена оценка понижения уровня воды при разработке Чермушинского месторождения НСМ (в нижнем бьефе Чебоксарской ГЭС) по результатам гидравлических расчетов, выполненных для разных условий разработки карьера (этапности разработки и объемов добычи, высоких и низких уровней воды, элементов участка нижнего бьефа). Сделан вывод о возможности разработки карьера в границах установленных блоков отработки по годам в соответствии с техническим проектом.

**Ключевые слова:** русловой карьер, условия судоходства, гидравлические расчеты, посадка уровня воды.

**RESULTS OF HYDRAULIC CALCULATIONS OF WATER LEVEL LOWERING IN  
THE AREA OF THE VOLGA UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF  
DEVELOPMENT OF THE «CHERMUSHINSKOYE» NON-METALLIC  
CONSTRUCTION MATERIALS DEPOSIT**

**Marina V. Shestova**<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Waterways and Hydraulic Structures

e-mail: [shestowam@yandex.ru](mailto:shestowam@yandex.ru)

**Alexander N. Sitnov**<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Waterways and Hydraulic Structures

e-mail: [stnv1952@rambler.ru](mailto:stnv1952@rambler.ru)

**Yulia E. Voronina**<sup>1</sup>, Associate Professor of the Department of Waterways and Hydraulic Structures

e-mail: [yulez@yandex.ru](mailto:yulez@yandex.ru)

<sup>1</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia



судоходных прорезей, построить кривые свободной поверхности, а также проследить протяженность зоны выклинивания расчетной кривой свободной поверхности.

В основу расчета величины посадки уровня воды, а также кривой свободной поверхности воды положены следующие предпосылки и математические зависимости [1, 2, 3, 5]: движение потока воды в реке считается установившимся; русло реки не размывается потоком воды и не деформируется; движение потока воды в русле реки описывается системой дифференциальных уравнений движения, решение которой осуществляется численно методом конечных разностей.

Основной целью расчетов являлась оценка величины негативного влияния на уровенный режим разрабатываемого карьера НСМ относительно установленных отметок нормального подпорного уровня (НПУ=53,0 м БС) и проектного уровня воды (ПУ=50,0 м БС) с учетом проектной разбивки месторождения на блоки отработки по годам. Для ее достижения рассмотрены два расчетных варианта: первый – поэтапная разработка карьера НСМ с учетом проектной разбивки месторождения на блоки отработки по годам относительно отметки НПУ=53,0 м БС; второй – тоже, относительно отметки ПУ=50,0 м БС.

Известно, что возможные негативные последствия для судоходства от русловой добычи НСМ особенно ощутимы при низких уровнях воды и поэтому при решении вопроса о допустимости разработки карьера НСМ следует учитывать в первую очередь низкие уровни, соответствующие ПУ (второй расчетный вариант).

Исследуемый участок имеет общую протяженность 17 км (от створа Чебоксарского гидроузла до устья острова Верхний Сидельниковский). На участке находятся два водных узла – остров Казин и остров Верхний Сидельниковский. Проектируемый карьер НСМ располагается в несудоходном рукаве острова Казин.

Для выполнения моделирования участок разбит на расчетные участки 27 сечениями, при этом расчетное сечение включает в себя сечения по основному судовому ходу и несудоходному рукаву. Сечения проведены по границам блоков отработки с навигационным объемом добычи 300 тыс. м<sup>3</sup> на основании имеющейся информации от Заказчика [5].

Параметры карьера НСМ определялись геометрически с учетом навигационного объема добычи НСМ, а также фактической ширины карьера, нанесенного на планах русловой съемки 2022 г.

В качестве расчетного расхода воды в первом варианте (при НПУ) принята величина 4400 м<sup>3</sup>/с, во втором варианте (при ПУ) – 2000 м<sup>3</sup>/с. Значения расчетных расходов приняты на основании связи расходов и уровней воды при обоснованной величине коэффициента шероховатости русла.

С использованием приведенных методических подходов произведены расчеты возможного понижения уровня воды при полной и поэтапной разработке месторождения в условиях высоких и низких уровней для разных русловых элементов участка.

Обобщенные результаты расчетов посадки уровня воды при условии поэтапной отработки месторождения представлены в таблице 1, а динамика изменения максимальной посадки уровня в зависимости от объема добычи НСМ показана на рисунках 2, 3, 4: в целом на исследуемом участке р. Волга – рисунок 2; в створе выше приверха острова Казин (1191 км) – рисунок 3; на подходе к Чебоксарскому гидроузлу (1186,6 км) – рисунок 4.

Как следует из таблицы 1, максимальная величина посадки уровня воды (от 1,43 до 6,59 см при отметке ПУ и от 0,92 до 5,21 см при отметке НПУ) зафиксирована в рукаве Старая Волга, являющемся несудоходным, что не отразится на судоходстве в качестве лимитирующего фактора посадки уровня.

*Таблица 1. Обобщенные результаты расчета посадки уровня воды при условии поэтапной отработки месторождения НСМ*

| Условия разработки                                | Посадка уровня воды, см |        |                                    |        |                                |        |
|---------------------------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
|                                                   | Максимальная на участке |        | У приверха острова Казин (1191 км) |        | На подходе к шлюзу (1186,6 км) |        |
|                                                   | при НПУ                 | при ПУ | при НПУ                            | при ПУ | при НПУ                        | при ПУ |
| 1 блок - 300 тыс.м <sup>3</sup>                   | 0,92                    | 1,43   | 0,88                               | 1,33   | 0,85                           | 1,26   |
| 1+2 блоки - 600 тыс.м <sup>3</sup>                | 1,26                    | 1,85   | 1,20                               | 1,74   | 1,16                           | 1,64   |
| с 1 по 3 блоки - 900 тыс.м <sup>3</sup>           | 1,56                    | 2,25   | 1,49                               | 2,11   | 1,44                           | 2,00   |
| с 1 по 4 блоки - 1200 тыс.м <sup>3</sup>          | 1,84                    | 2,62   | 1,76                               | 2,46   | 1,70                           | 2,33   |
| с 1 по 5 блоки - 1500 тыс.м <sup>3</sup>          | 2,12                    | 2,97   | 2,04                               | 2,80   | 1,97                           | 2,65   |
| с 1 по 6 блоки - 1800 тыс.м <sup>3</sup>          | 2,56                    | 3,55   | 2,47                               | 3,35   | 2,38                           | 3,18   |
| с 1 по 7 блоки - 2100 тыс.м <sup>3</sup>          | 3,00                    | 4,05   | 2,89                               | 3,84   | 2,79                           | 3,63   |
| с 1 по 8 блоки - 2400 тыс.м <sup>3</sup>          | 3,33                    | 4,45   | 3,20                               | 4,21   | 3,09                           | 3,99   |
| с 1 по 9 блоки - 2700 тыс.м <sup>3</sup>          | 3,62                    | 4,79   | 3,50                               | 4,55   | 3,38                           | 4,31   |
| с 1 по 10 блоки - 3000 тыс.м <sup>3</sup>         | 3,92                    | 5,12   | 3,78                               | 4,86   | 3,65                           | 4,60   |
| с 1 по 11 блоки - 3300 тыс.м <sup>3</sup>         | 4,19                    | 5,43   | 4,05                               | 5,16   | 3,91                           | 4,88   |
| с 1 по 12 блоки - 3600 тыс.м <sup>3</sup>         | 4,46                    | 5,73   | 4,32                               | 5,45   | 4,17                           | 5,16   |
| с 1 по 13 блоки - 3900 тыс.м <sup>3</sup>         | 4,73                    | 6,02   | 4,58                               | 5,74   | 4,42                           | 5,43   |
| с 1 по 14 блоки - 4200 тыс.м <sup>3</sup>         | 4,98                    | 6,30   | 4,83                               | 6,02   | 4,67                           | 5,69   |
| Весь карьер (15 блоков) - 4500 тыс.м <sup>3</sup> | 5,21                    | 6,59   | 5,06                               | 6,30   | 4,89                           | 5,96   |



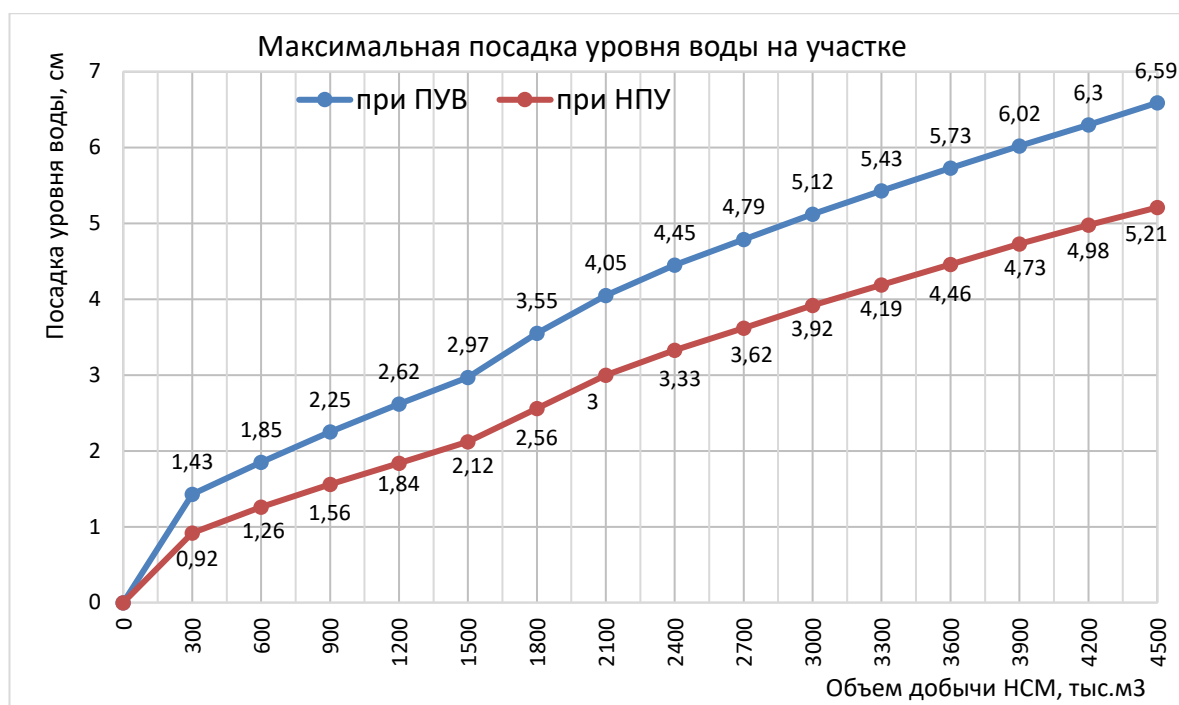


Рисунок 1 – Динамика изменения максимальной посадки уровня воды на исследуемом участке р. Волга в зависимости от объема добычи НСМ

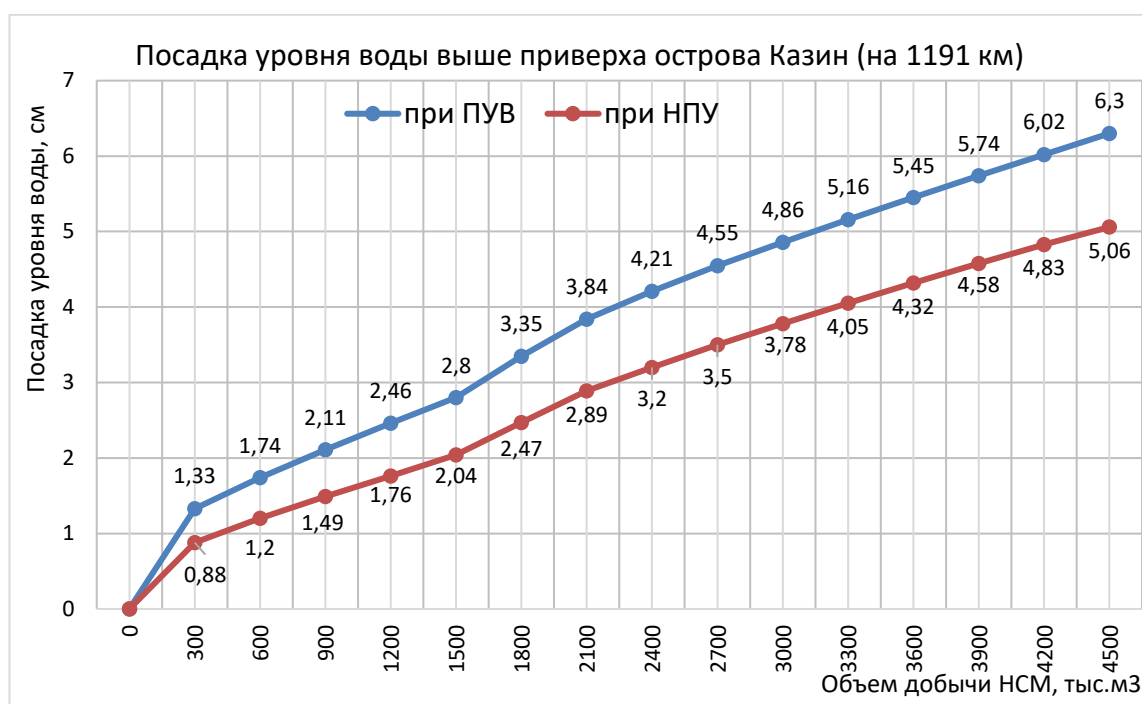


Рисунок 2 – Динамика изменения посадки уровня воды в створе выше приверха острова Казин (1191 км) в зависимости от объема добычи НСМ

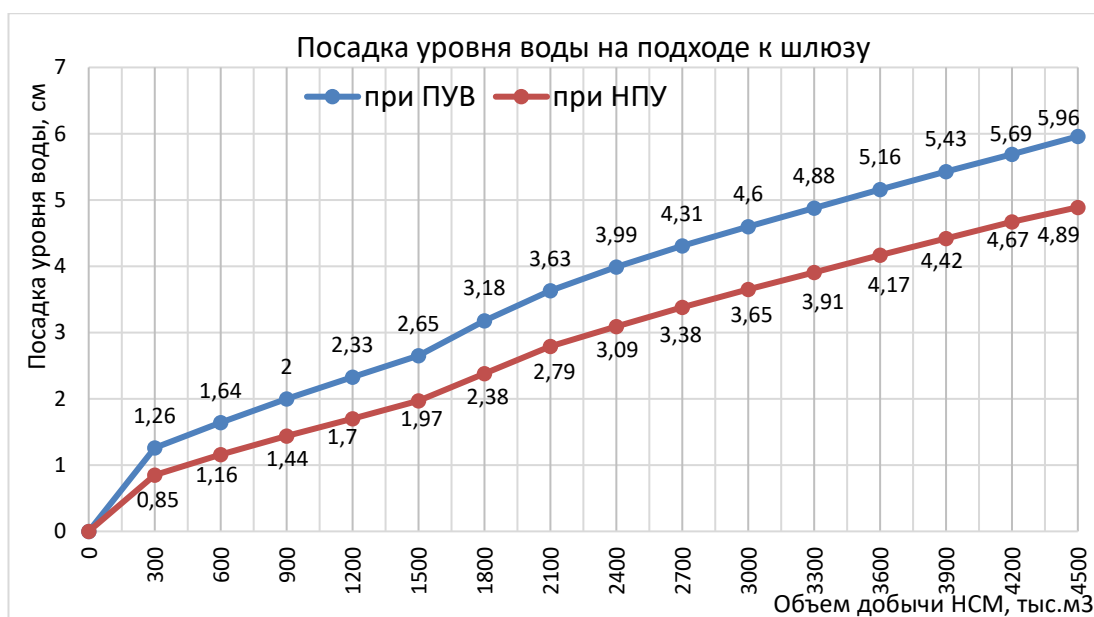


Рисунок 3 – Динамика изменения посадки уровня воды на подходе к Чебоксарскому гидроузлу (1186,6 км) в зависимости от объема добычи НСМ

Результаты расчета показали, что влияние на уровенный режим от разработки карьера НСМ будет сказываться на условиях судоходства на участке переката Гремячевский (здесь понижение уровня воды составит от 1,33 до 6,3 см при отметке ПУ и от 0,88 до 5,06 см при отметке НПУ), а также на подходе к Чебоксарскому гидроузлу (от 1,26 до 5,96 см при ПУ и от 0,85 до 4,89 см при НПУ). Значения величины посадки уровня воды варьируются в зависимости от объема добычи НСМ, т.е. от 300 тыс. м<sup>3</sup> (при разработке одного блока) до полной отработки месторождения НСМ, когда создаются худшие условия в отношении посадки уровня. Однако, с учетом частичной заносимости ранее разработанных блоков карьера величина максимальной посадки уровней на рассмотренных участках будет корректироваться в сторону ее уменьшения.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что во всех расчетных вариантах возможная величина посадки уровня воды будет находиться в пределах точности измерения глубин водных объектов [4, 5]. Существенного влияния разработка месторождения «Чермушинское» на гидрологический режим исследуемого участка р.Волга не окажет. Освоение карьера НСМ может вестись в границах установленных блоков отработки по годам в соответствии с техническим проектом.

#### Список литературы:

1. Рекомендации по прогнозу деформаций русел на участках размещения карьеров и в нижних бьефах гидроузлов, Ленинград: Гидрометиздат, 1988, 127 с.
2. Методика расчета понижения уровней воды при добыче нерудных строительных материалов, Минречфлот РСФСР, – М.: Транспорт, 1984, 20 с.
3. Руководство по проектированию русловых карьеров. Мероприятия по предотвращению понижения уровней воды / Министерство речного флота РСФСР, Ленинград: Транспорт, 1987 г.
4. Технический проект на добычу строительного песка на месторождении Чермушинское.

5.СТО 52.08.31-2012. Добыча НСМ в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров / Министерство природных ресурсов и экологии РФ/, Сп-б, 2010 г.

