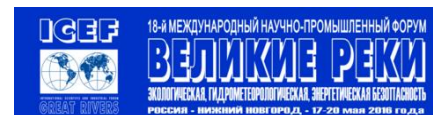




**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННИХ
ВОДНЫХ ПУТЕЙ В БАССЕЙНАХ ВЕЛИКИХ РЕК**

*Труды конгресса «Великие реки» 2018
Выпуск 7, 2018 г.*



ISBN 978-5-901722-60-2

УДК 627.15

С.О. Агеев, главный специалист службы главного маркшейдера,
ФБУ "Администрация Волжского бассейна"
603001 г. Нижний Новгород, ул. Рождественская, д. 21 «Б»

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ НАВИГАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ЧЕРЕЗ
НИЖЕГОРОДСКУЮ ГЭС В НАВИГАЦИЮ 2017 ГОДА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО
УЛУЧШЕНИЮ ВОДНОГО РЕЖИМА УЧАСТКА Р. ВОЛГИ НИЖЕ СТОРА
НИЖЕГОРОДСКОГО НИЗКОНАПОРНОГО ГИДРОУЗЛА (ННГУ)**

Ключевые слова: безопасность судоходства, транспортный попуск, расходы воды, гидрологический прогноз, кривая обеспеченности.

В тезисах приводятся результаты анализа изменений навигационных расходов через ННГЭС, расчеты и прогнозы водного режима в створе создаваемого ННГУ.

В работе [1] была показана проблемная ситуация для судоходства, которая может возникнуть в связи со строительством ННГУ. Создавая промежуточное небольшое водохранилище, в котором вода не копится, а проходит транзитом в НБ в течение всего года, появляется риск переместить участок с лимитирующими глубинами вниз по течению. Это объясняется тем, что:

1. В течение суток расходы, поступающие с Нижегородской ГЭС (ННГЭС), имеют достаточную амплитуду, что иллюстрируют рисунки 1, 2 и деформации русла (эрозия) в НБ ННГУ могут привести, в конечном счете, к аналогичной ситуации (нижний бьеф Нижегородской ГЭС) с глубинами.

2. Проведенные водохозяйственные расчеты [2] показали, что: транспортный попуск, исходя из соображений обеспечения уровней воды на нижерасположенном участке не менее проектных значений (для сверхмагистральной категории водного пути 99 % обеспеченности [5]), установлен в размере $1140 \text{ м}^3/\text{с}$, и он не обеспечивается.

Данные положения также подтверждаются нижеприведенными результатами расчетов. Для этого требуется выяснение расчетных расходов различной обеспеченности, сбрасываемых с ННГЭС и последующий анализ полученных результатов. Для расчета были выбраны два навигационных месяца 2017 года – май (время прохождения половодья) и август (относительно низкие уровни - межень). Обработывая данные генерации ННГЭС и наблюдения за уровнями воды в верхнем и нижнем бьефах ННГЭС, получены графики расходов, сбрасываемых ежечасно и ежесуточно.

Цель гидрологического прогноза состоит в построении кривой обеспеченности для выбранных рядов наблюдений за расходами в обозначенные месяцы. Расчет ординат кривой обеспеченности проводился по методу моментов (метод Фостера) согласно [3].

Для определения координат кривой обеспеченности необходимо знать три параметра: 1) среднее арифметическое ряда для наблюдаемых величин \bar{Q} , 2) параметр вариации (изменчивости) C_V , 3) параметр асимметрии C_S .

Для определения параметра вариации была выбрана формула, справедливая при $C_V \leq 0,5$

$$C_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n-1}},$$

где: K_i - модульный коэффициент.

Поскольку точное вычисление параметра асимметрии C_S требует длинного ряда, то в данном случае можно воспользоваться распространенным соотношением для равнинных рек лесной и лесостепной зон:

$$C_S = 2C_V.$$

Проведен расчет изменчивости стока для мая 2017 г. для полученных параметров вариации C_V и асимметрии C_S . Кривая обеспеченности суточных расходов воды в мае 2017 г. построена на клетчатке вероятностей с умеренной асимметричностью, рис. 1. Тот же расчет проведен и для августа месяца, рис. 2. Для наглядности построен совмещенный график обеспеченности расходов для данных месяцев (рис. 3).

Поскольку средняя арифметическая величина стока, полученная для мая $Q_0=3625,08$ м³/с и августа $Q_0=1794,28$ м³/с, отличается от нормы стока, то для этих месяцев можно вычислить ошибку арифметической середины, которая может быть выражена в долях от среднего квадратического отклонения. Относительная средняя квадратическая ошибка среднего арифметического определена по формуле:

$$\varepsilon_Q = \frac{C_V}{\sqrt{n}} 100\%.$$

Подсчитано: $\varepsilon_Q = 4,65$ % - для мая; $\varepsilon_Q = 5,24$ % - для августа.

Полученная ошибка арифметической середины допустима.

Результаты расчетов показали, что расход воды на момент введения в эксплуатацию ННГУ в августе уже 97 %-ой обеспеченности не поддерживает проектных глубин в НБ, на что косвенно указывают расчеты в работе [4].

Для построения ординат кривой обеспеченности (рис. 1, 2) брались среднесуточные расходы. Проведенные расчеты показали, что расходы, сбрасываемые с ННГЭС, не обеспечивают в течение суток гарантированных глубин. Но при этом неясно, как долго и в какое время суток расход 99 %-ой вероятности превышения не обеспечивается.

Для решения этой задачи был проведен расчет ординат кривых обеспеченности по часам в течение суток и построены графики зависимости расходов воды от времени для различных процентов обеспеченности для межennaleго месяца (августа). На графике видна линия с расходом 99 %-ой обеспеченности в размере 1140 м³/с, рис. 4. Представленная картина красноречиво показывает какие расходы (выше или ниже 1140 м³/с), в какое время суток и как долго протекают в заданном створе. Зная это, при дальнейшем изучении этого вопроса, можно наметить режим работы ННГУ и определить диапазон возможного суточного регулирования.

Кроме того, надо рассмотреть и вариант, привязав расчеты не по датам месяца, а по дням недели, т.к. сбросы с ННГЭС минимальны не только в ночные часы, но и в выходные дни, а на понедельник выпадает максимальная нагрузка.

Выполненные расчеты подтверждают результаты работ [1, 2, 4], а приведенные графики наглядно иллюстрируют сформулированные ниже выводы:

- расходы, сбрасываемые с ННГЭС не дают в течение суток транспортный попуск, равный 1140 м³/с с должным % вероятности и, тем самым, не обеспечивается гарантированная глубина при отметке уровня воды в 64,37 м БС [2].

- расходы, поступающие с ННГЭС, имеют достаточную амплитуду, что наглядно иллюстрируется на рис. 4. Этот факт говорит и о протекании во времени возможных интенсивных эрозионных процессов.

В целях выдачи рекомендаций по улучшению водного режима лимитирующего участка р. Волги в створе Нижегородского низконапорного гидроузла предлагается регулирование в течение суток стока, создаваемого водохранилищем, путем маневрирования затворами ННГУ. Предполагается, что вода в водохранилище будет накапливаться при больших сбросах с Нижегородской ГЭС, при малых сбросах вода будет расходоваться - сбрасываться в НБ ННГУ с целью поддержания необходимых для судоходства глубин и снижения эрозионных процессов.

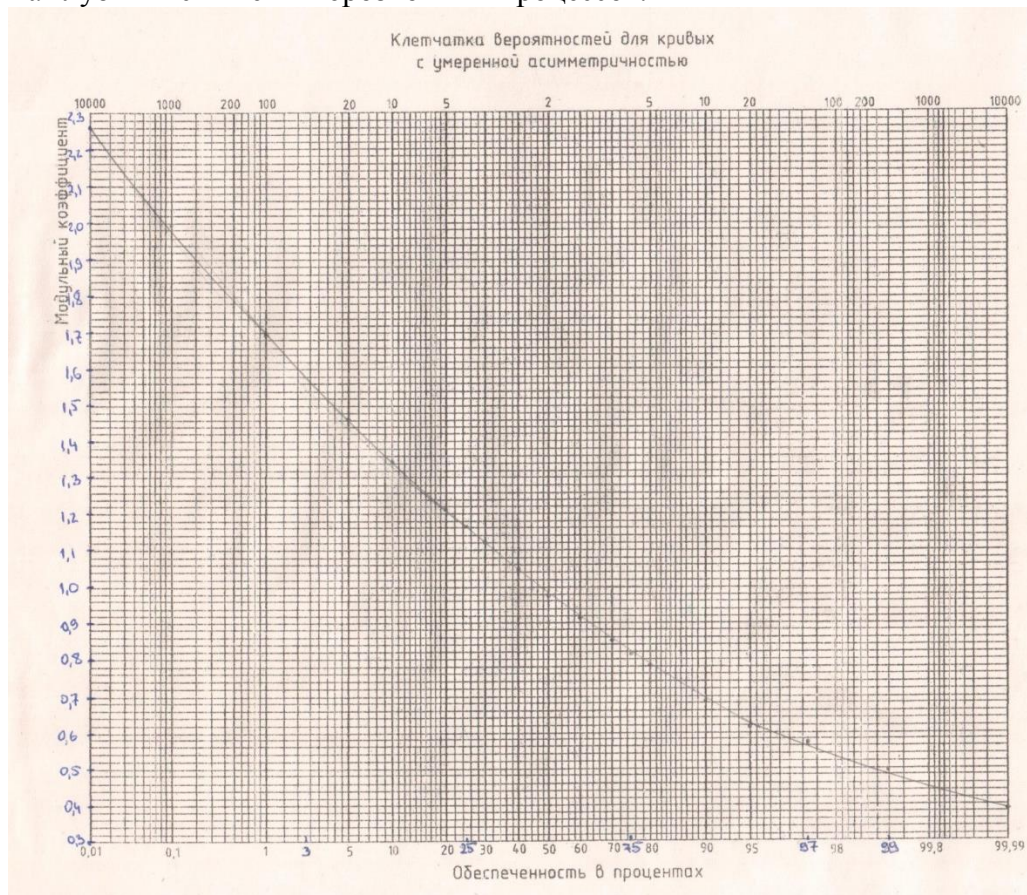


Рис. 1 – Кривая обеспеченности суточных расходов воды в мае 2017 г.

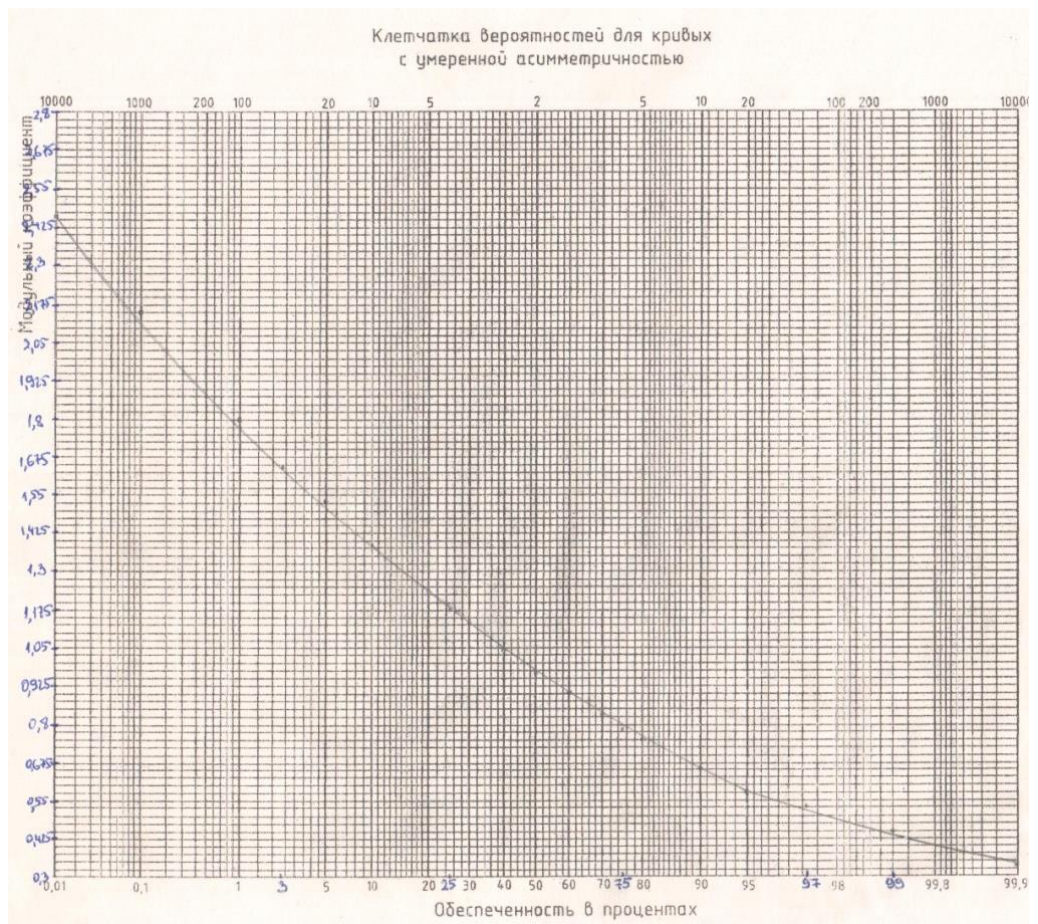


Рис. 2 – Кривая обеспеченности суточных расходов воды в августе 2017 г.

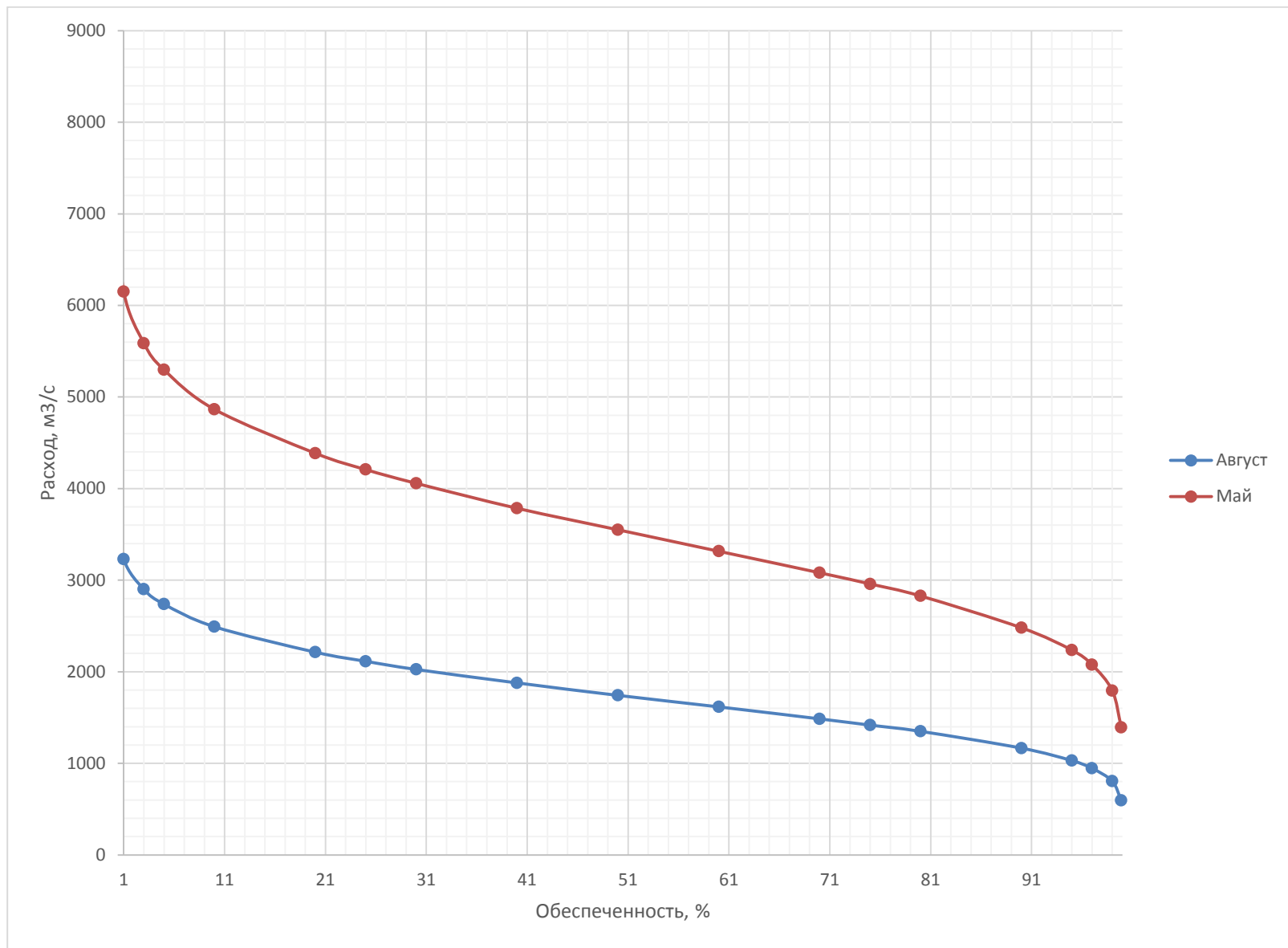


Рис. 3 – Кривая обеспеченности суточных расходов воды в мае и августе 2017 г.

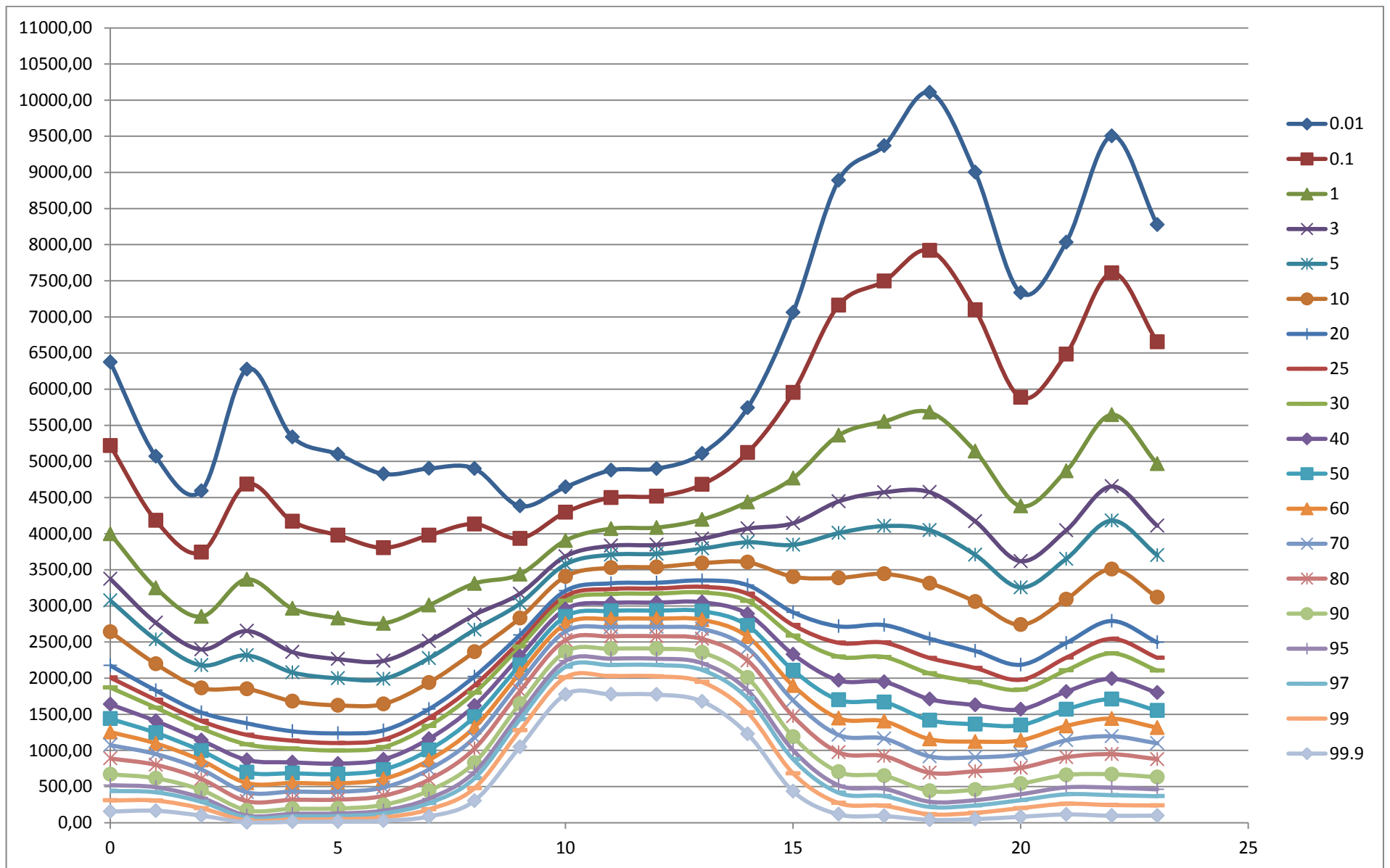


Рис. 4 – Графики обеспеченности расходов воды (по часам) различной обеспеченности в августе 2017 г.

Список литературы:

- [1] Агеев С.О., Матюгин М.А. Анализ проблемных вопросов безопасности судоходства на участке Городец – Нижний Новгород до и после строительства Нижегородского низконапорного гидроузла. // Труды конгресса «Великие реки - 2017». Вып. 6. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – с. 1–5.
- [2] Ситнов А.Н., Гоголев А.Е., Матюгин М.А. Методологические особенности расчета водохозяйственных балансов и их результаты по зоне водохранилища Нижегородского низконапорного гидроузла // Вестник ВГАВТ. Вып. 48. - Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2016. – с. 34-44.
- [3] СП 33-101.2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Одобрен постановлением Госстроя России №218 от 26.12.2003. – М., 2004. – 108 с.
- [4] Ситнов А.Н., Кочкурова Н.В., Мильцын Д.А. Обоснование параметров обеспечения водохозяйственных балансов и режима работы водохранилища Нижегородского низконапорного гидроузла // Вестник ВГАВТ. Вып. 50. - Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017. – с. 23-31.
- [5] СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.

THE ANALYSIS OF CHANGES OF NAVIGATION EXPENSES THROUGH THE NIZHNY NOVGOROD HYDROELECTRIC POWER STATION IN NAVIGATION OF 2017 AND THE RECOMMENDATION ABOUT IMPROVEMENT OF THE WATER MODE OF THE SITE OF R. OF VOLGA IS LOWER THAN THE ALIGNMENT OF THE NIZHNY NOVGOROD LOW PRESSURE WATER-ENGINEERING SYSTEM

(UNN)

S.O. Ageev

Key words: safety of navigation, transport release, water expenses, hydrological forecast, security curve.

In these results of the analysis of changes of navigation expenses through NNGES, calculations and forecasts of the water mode are given in an alignment of the created UNN.