

УДК 556.012:556.1 (282.256.164.6)

DOI: 10.18384/2310-7189-2015-5-63-68

**Кощеева Г.С., Губанова Л.В., Новосёлова О.В.***Тюменский государственный университет**(филиал – Ишимский педагогический институт им. П.П. Ершова)*

## **АНАЛИЗ ПОВТОРЯЕМОСТИ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ УРОВНЕЙ р. ИШИМ В ПРЕДЕЛАХ г. ИШИМА**

*Аннотация.* Рассчитаны и проанализированы повторяемость и обеспеченность уровней реки Ишим за последние 11 лет. За все анализируемые годы чаще всего повторяются уровни ниже нуля гидропоста. Выше повторяемость в месяцы половодья, однако многоводные годы редки для реки Ишим (всего три года из исследованных 11). С низкой частотой повторяемости (менее 1%) оказались уровни свыше 151 см. Высокая обеспеченность (свыше 50 %) характерна для уровней ниже нуля гидропоста. Наименьшая обеспеченность (менее 1%) отмечена для уровней 451–480 см и 811–900 см. Сведения о повторяемости и обеспеченности уровней р. Ишим позволяют отследить реальную неблагоприятную картину, складывающуюся с главным источником питьевого водоснабжения города Ишима.

*Ключевые слова:* гидрологические исследования, водный режим, питьевое водоснабжение, река Ишим, город Ишим.

**G. Koshcheeva, L. Gubanova, O. Novosyolova***Ishim Ershov State Teachers Training Institute (Branch of Tyumen State University)**(Ishim, Russia)*

## **ANALYSIS OF FREQUENCY AND PROVISION OF THE LEVELS OF THE ISHIM RIVER WITHIN THE LIMITS OF THE TOWN OF ISHIM**

*Abstract.* The frequency and provision of the levels of the Ishim River during a period of 11 years of the 21st century are analyzed. The levels of the stream gauge, that are below zero, reoccurred most often during this period. The frequency is higher in the months when there is high water but the years when it happens are quite rare at the river of Ishim (it happened only three times during the period of 11 years that were studied). The levels of the frequency higher than 151 cm are quite few (less than 1%). High provision (more than 50%) is characteristic for the levels of the stream gauge, that are below zero. The lowest provision (less than 1%) is marked for the levels of 451–480 cm and 811–900 cm. The data on the frequency and provision of the levels of the Ishim River allow following a really threatening situation with the main source of drinking water supply of the town of Ishim.

*Key words:* frequency of levels, provision of levels, drinking water supply, the Ishim River, town of Ishim, Tyumen Region.

Гидрологические исследования рек бассейна Северного Ледовитого океана имеют большое практическое и научное значение. Исследованы крупнейшие реки Европейской части России и Сибири, выявлены особенности стока и режима рек, спрогнозированы возможные гидрологические проблемы [2, с. 53-56; 4; 5]. Однако региональные гидрологические проблемы, особенно связанные с малыми населёнными пунктами, освещены недостаточно [1]. Так, для города Ишима Тюменской области (юг Западной Сибири) важными становятся гидрологические исследования реки Ишим, являющейся источником питьевого и хозяйственного водоснабжения.

Приуроченность города Ишима к реке и зависимость от неё жизнедеятельности ишимцев обуславливает актуальность исследования водного режима, в частности, повторяемости (частоты) и обеспеченности (продолжительности) уровней воды в реке. Сведения об уровне воды в реке и его обеспеченности исключительно востребованны, поскольку высокие уровни Ишима (выше 650-700 см от уровня гидропоста) угрожают подтоплением территории города, а низкие уровни (ниже -50...-100 см от уровня гидропоста) угрожают питьевому водоснабжению города Ишима. Однако ни гидрологические ежегодники, ни гидрометеостанции сведения о повторяемости и обеспеченности уровней не дают. Поэтому целью исследования явился анализ статистических характеристик (повторяемость и обеспеченность) уровня воды в реке Ишим в створе г. Ишима

**Материалы и методы исследования.** Материалами для исследования послу-

жили сведения Ишимской гидрометеостанции, баз данных Росгидромета и собственные натурные наблюдения авторов для последних 11 лет. Для выявления повторяемости оптимальных и экстремальных уровней и обеспеченности уровней воды в р. Ишим с целью определения характерных уровней и дальнейшего прогнозирования максимальных и минимальных уровней воды в реке Ишим использовалась классическая методика расчётов, описанная в работе А.А. Лучшевой [3, с. 103-104].

**Повторяемость уровней.** Нами составлены ведомости повторяемости уровней воды в реке Ишим для различных периодов характеризуемого временного ряда: для каждого года, для каждого месяца всех лет, для всей совокупности исследуемого периода по месяцам. Для составления ведомости повторяемости вся амплитуда колебания уровней (от -150 до 900 см) воды в реке Ишим была поделена на равные интервалы с шагом в 30 см. Затем были произведены выборка и подсчёты числа дней появления уровня в каждом интервале. Далее была подсчитана частота (в процентах) от общего количества дней в году (за период для каждого отдельного года) и количества дней за 11 исследуемых лет (для всей совокупности исследуемого периода по месяцам). В обоих случаях учитывались високосные годы. Таким же образом была рассчитана частота уровней для каждого месяца всех лет [3, с. 103-104]. В зависимости от внутригодовой водности и объёма стока повторяемость для каждого года характеризуемого периода различна (рассчитана для 365 или 366 дней в високосный год).

В 2004 г. наибольший процент частоты (76%) уровней имеют уровни в

интервалах от -120 до -61 см. От 0,1 до 1 % имеют уровни в интервале от 121 до 420 см. Остальные уровни имеют частоту в пределах от 1,1 до 3,6 %. Таким образом, для 2004 г. характерны уровни не выше 60 см от уровня гидропоста.

В 2005 г. меньшими процентами повторяемости (от 0,1 до 3,8 %) обладают уровни от -150 до -121 см и от -31 до 810 см. Причём самые высокие за данный год уровни отмечены чаще, чем уровни среднемноголетней нормы реки Ишим (400 см) и близкие к ней. Высоким процентом (свыше 29) повторяемости обладают уровни -120...-61 см.

В 2006 г. вода в реке Ишим не поднималась выше 30 см. Диапазон интервалов невелик, однако самыми частыми уровнями вновь оказались уровни в интервале от -120 до -61 см.

В 2007 г. зарегистрирован самый высокий в этом веке уровень воды в реке Ишим, составивший 879 см. Тем не менее в течение всего года чаще всего зафиксированы уровни в интервале от -120 до -61 см (свыше 27%). Частотой повторяемости менее 1 % отмечены уровни в интервалах: от -150 до -121 см; от 121 до 330, от 391 до 540, от 571 до 630, от 661 до 720 сантиметров. Повторяемость с частотой от 1 до 2 % отмечена для уровней: от 31 до 121 см, от 331 до 420 см, от 541 до 570, от 631 до 660 и свыше 721 см. С частотой в 2-3 % повторялись уровни от -31 до 30 см.

Вслед за 2007 г. пришёл 2008 г. – диаметрально противоположный «год самой низкой воды за текущее столетие». Максимальный уровень воды в этом году составил всего 10 см. Половина всех уровней (50 % повторяемости) – это уровни в интервале от -120 до -90

см. В 21 % случаев отмечены уровни от -90 до -61 см. В 12 % случаев зарегистрированы уровни в интервале от -150 до -120 см. В этом же году отмечен и самый низкий в нашем веке уровень воды в реке Ишим, составивший -148 см. Уровни воды от -61 до -1 см отмечены в 6% случаев. Уровни выше «нуля» (и ниже 10 см) гидропоста зафиксированы лишь в 3,5 % случаев.

В 2009 г. максимальный уровень воды в реке Ишим составил 35 см. Чаще всего в этом году (54 % случаев) отмечены уровни в интервале от -120 до -91 см. С частотой в 23 % отмечены уровни в диапазоне от -150 до -121 см. Повторяемость в 16% отмечена для уровней -90 до -61 см. От 1 до 2 % повторяемости регистрируются уровни от -60 до 30 см. И менее 1 % частоты встречаемости отмечены уровни от 30 до 39 см.

Низким уровнем половодья с максимумом в 20 см характеризуется и 2010 г., самая высокая повторяемость (53 %) в котором отмечена для интервала от -150 до -121 см. Чуть меньше (34 %) повторяются в этом году уровни в диапазоне от -120 до -91 см. Уровни от -90 до -61 см зарегистрированы в 9,8 % случаев. Менее 1 % повторяемости зарегистрировано для уровней -60...-30 см. В 2011 г. самым частым (37,3 %) был диапазон уровней -150...-121 см. В 35,6 % случаев отмечаются уровни диапазона от -120 до -91 см. От 5 до 6,5% регистрируются уровни интервалов -60...-31 и -90...-61 см соответственно. Остальные интервалы имеют частоту встречаемости от 1 до 3,5%. Выше 142 см в 2011 г. р. Ишим не поднималась.

В 2012 г. самые высокие проценты частоты у интервалов от -91 до -120 см (47%) и от -61 до -90 см (22,7%).

Уровни интервала от -121 до -150 см в этом году отмечены в 10,1% случаев. Остальной диапазон уровней (от -60 до 360 см) от 0,5 до 2,5 %. Самым высоким процентом повторяемости уровней в 2013 г. отмечены уровни интервала от -91 до -120 см. Уровни от -61 до -90 см зафиксированы в 31 % случаев. Остальные уровни фиксировались с частотой от 0,5 до 5,7%. Максимальный уровень в этом году достиг 270 см. Соответственно уровней выше этой отметки зарегистрировано не было.

В 2014 г. вновь была отмечена «высокая вода»: максимальный уровень немного уступил рекорду этого столетия и составил 865 см. Как и во многих других охарактеризованных годах, самыми частыми явились уровни интервала от -120 до -90 см. Уровни интервала от -61 до -90 см зафиксированы в 14% от общего числа случаев. Частотой от 0,1 до 1,9 % отмечены интервалы от -30 до -1 см, от 61 до 840 см. Самые высокие уровни (интервал от 841 до 865 см) зарегистрированы с частотой в 2,5%. Уровни от 31 до 60 см зарегистрированы в 2,1 %. Уровни от 0 до 30 и от -31 до -60 см встречаются с частотой в 4,7 и 5,2 % соответственно.

**Обеспеченность уровней.** Ведомости обеспеченности (продолжительности) уровней воды в реке Ишим для различных периодов характеризуемого временного ряда (для каждого года, для каждого месяца всех лет, для всей совокупности исследуемого периода по месяцам) были составлены по методике А.А. Лучшевой [3, с. 103-104].

Анализ полученной обобщённой ведомости обеспеченности для различных временных периодов показал следующее. В 2004 г. наибольший процент обеспеченности в 100 и 98

процентов имеют диапазоны уровней от -150 до -121 см и от -120 до -91 см соответственно. Диапазон уровней от -90 до -61 см имеет обеспеченность 56%. Обеспеченность до 10 % имеют уровни в интервале от 120 до 480 см. Наименьшую обеспеченность имеет диапазон уровней 451-480 см – 1,4 %. Выше уровня 480 см обеспеченность уровня равна 0%.

В 2005 г. наименьшая обеспеченность зафиксирована для интервала уровней 451 – 480 см. Обеспеченность уровня от -150 см до -121 см составляет 100%, чуть меньше – 97% - обеспечен диапазон уровней от -120 см до -91 см. Уровни от -90 см до -61 см имеют обеспеченность 67%. Обеспеченность наивысших уровней года (781-810 см) составила около 4%.

В 2006 г. 100% продолжительность стояния зафиксирована для уровней в диапазоне -91 -120 см. Отмечена наименьшая обеспеченность уровнями от 0 до 30 см – 1,6%, для уровней выше 30 см обеспеченность равна 0%. В целом, в 2006 г. уровень воды был в диапазоне от -120 см до 30 см. Год на 100% обеспечен низким уровнем (-91...-120 см), обеспеченность следующего за ним диапазона (до 30 см) составила всего 37%.

Рекордный 2007 г. на 99-100% также обеспечен уровнями в диапазоне от -150 до -91 см. Обеспеченность уровней, составляющая 20-50%, отмечена для уровней от -60 см до 360 см, выше 50% – для уровней от -90 до -61 см, менее 10% – для уровней от 721 до 900 см. Наименьшая обеспеченность зафиксирована для уровней 871–900 см – 1,4%. В целом, 2007 г. обеспечен в среднем на 65,6 % уровнями ниже «нуля» гидропоста, на 23% – уровнями от 0 см до

390 см, на 13 % – уровнями от 400 до 690 см и на 6% – уровнями от 691 см до 900 см.

В 2008 г. обеспеченность уровней от 0 до 30 см составила 3,6%, для уровней выше 30 см обеспеченность равна 0%. На 100% год обеспечен уровней от -121 до -150 см, на 88 % – уровнями от -91 до -120 см. Аналогична картина обеспеченности уровнями и для 2009 и 2010 г. В 2009 г. уровень воды не выходил из рамок диапазона от -150 см до 60 см. Наименьшая обеспеченность зафиксирована для уровней от 30 см до 60 см – 0,8 %, а стопроцентная обеспеченность характерна для уровней от -150 до -121 см. В 2010 г. уровень воды на 100% обеспечен в диапазоне от -121 до -150 см, лишь на 2% – уровнями выше «нуля» гидропоста.

Обеспеченность уровнями от -121 до -150 см составила 99-100% и в 2011 году. Обеспеченность в 63% характерна для уровней от -90 до -120 см. Обеспеченность уровней в диапазоне от -30 до 60 см составляет от 10 до 16%. Наименьшая обеспеченность характерна для уровней 121-150 см: лишь 3,6%.

Для 2012 г. 100 % обеспеченность отмечена для уровней от -121 до -150 см. В диапазоне уровней от -120 до 390 см обеспеченность убывает от 90% (-91 - -120 см) до 1,4% (361-390 см). В 2013 г. обеспеченность уровней от -150 до -91 см составила 99-100%. На 56 % этот год обеспечен уровнями от -90 до -61 см. Наименьшая обеспеченность характерна для уровней 211-270 см – около 2 %.

Для 2014 г. характерна обеспеченность низкими, средними и высокими уровнями. Обеспеченность уровней ниже «нуля» гидропоста со-

ставляет более 56%, от 0 до 390 см – 22,3%, от 391 до 690 см – 13%, от 691 до 870 см – 6%.

*Выводы.* Анализ ведомости повторяемости уровней воды в реке Ишим (створ г. Ишим) для всей совокупности исследуемого периода по месяцам показал, что за все анализируемые годы самым повторяющимся (с наивысшей частотой в 44%) оказался интервал уровней от -91 до -120 см. В два раза реже (22%) повторяются уровни интервала от -61 до -90 см. В тройку лидеров по частоте встречаемости вошли самые низкие уровни: от -121 до -150 см, которые встречаются в 13 % случаев. С низкой частотой повторяемости (менее 1%) оказались уровни свыше 151 см. Самым редким с частотой в 0,12% оказался интервал уровней свыше 871 см.

Согласно проведённому исследованию, семь месяцев в году (январь, февраль, март, сентябрь, октябрь, ноябрь, декабрь) уровень воды в реке Ишим не превышает отметки в -61 см. Самый часто встречаемый интервал уровней в каждом месяце всего исследуемого временного ряда – от -120 до -91 см. Исключениями являются февраль, март и апрель, для которых самыми частыми уровнями являются уровни интервала от -90 до -61 см. Выше «нуля» гидропоста фиксируются уровни в период с апреля по август. Однако частота их незначительна, редко превышает 7,8%. Более характерная частота для уровней выше 150 см составляет от 0,5 до 2%. Стоит отметить, что уровни свыше 781 см в мае (для всего периода исследований) фиксируются с 3-5% частотой.

Изучение ведомости обеспеченности уровней воды в реке Ишим (створ

г. Ишим) за весь исследованный период выявило характерную 100 % обеспеченность для уровней в диапазоне от -150 до -121 см. Чуть меньше обеспеченность уровней от -91 до -120 см (87%). Около 50 % составляет обеспеченность уровней от -90 до -61. Наименьшая обеспеченность (менее 1%) отмечена для уровней 451-480 см и 811-900 см. Обеспеченность для уровней ниже «нуля» гидропоста за исследованный период составляет в среднем 54 %, от 0 до 390 см – в среднем 8,4%, для уровней от 391 до 690 см – 3,4%, от 691 до 900 см – 1,3%.

Таким образом, для реки Ишим более характерно маловодье, причём чуть выше (до 60 см) или ниже (отрицательные уровни) «нуля» гидропоста. Для более чем половины из наблюдаемых в нашем исследовании лет характерны околочрезвычайно или критично низкие уровни воды в реке Ишим – основного источника водоснабжения г. Ишима. Актуальнейшей задачей для жизнеобеспечения города видится разработка программы мероприятий, обеспечива-

ющих бесперебойное водоснабжение качественной питьевой водой.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Вешкурцева Т.М. Влияние руслового регулирования на сток рек Тюменской области // *Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: тез. докл. междунар. конф.* (Тюмень, 11-13 окт. 2010 г.). – Тюмень: ТГУ, 2010. – С. 118-120.
2. Георгиевский В.Ю., Шалыгин А.Л. Гидрологический режим и водные ресурсы // *Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова.* – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
3. Лучшева А.А. Практическая гидрология. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 440 с.
4. Хон В.Ч., Мохов И.И. Гидрологический режим бассейнов крупнейших рек Северной Евразии в XX–XXI вв. // *Водные ресурсы.* – 2012. – Т. 39 (№ 1). – С. 1-10.
5. Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Влияние изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек России // *Гидрологические последствия изменений климата: труды Британско-Российской конф.* (г. Новосибирск, 13-15 июня 2007 г.). – Барнаул: ООО «Пять плюс», 2009. – С. 143-151.