

**ФГБУ "Российский фонд фундаментальных исследований"  
Правительство Тверской области  
Тверское региональное общественное движение по поддержке  
молодых ученых "Ассоциация молодых ученых Тверской области"**

**ТРУДЫ  
РЕГИОНАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ  
ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ 2018 ГОДА  
В СФЕРЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*Сборник научных трудов*

**Тверь, 2018**

УДК 001.89(470.33)(082.2)

ББК Ч25я43

Т78

Труды региональных научных проектов Тверской области 2018 года в сфере фундаментальных исследований // Под ред. В.М.Самсонова, С.В.Жукова – Тверь, 2018 – 98 с.

Сборник научных трудов включает материалы исследований, проведенных в 2018 году в рамках регионального конкурса научных проектов ФГБУ "Российский фонд фундаментальных исследований" и Правительства Тверской области.

В статьях, представленных в авторской редакции, отражены актуальность и значимость исследований для региона, их новизна, данные по апробации и предложения по внедрению.

Издание предназначено для работников управленческих структур, научных, инженерно-технических и педагогических работников, учащихся и краеведов.

© Коллектив авторов, 2018

© ТРОД "Ассоциация молодых ученых Тверской области", 2018

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЗИМНЕГО ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Григорьева И.Л.\***, **Комиссаров А.Б.\***, **Кузовлев В.В.\*\***,  
**Лапина Е.Е.\***, **Лапина Л.Э.\***, **Чекмарёва Е.А.\***

Иваньковская НИС – филиал Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Институт водных проблем Рос-  
сийской академии наук

171251, Тверская область, г. Конаково, ул. Белавинская 61-А,  
Irina\_Grigorieva@list.ru

\*\* ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической универ-  
ситет», 170026, Тверь, набережная Афанасия Никитина, 22

**Аннотация.** Представлены предварительные результаты ис-  
следования закономерностей и факторов формирования качества  
поверхностных и подземных вод в бассейне верхней Волги на  
территории Тверской области в зимний период в изменяющихся  
гидроклиматических условиях, выполненные в рамках поддер-  
жанного РФФИ и Правительством Тверской области научного  
проекта №18-45-690001. Выявлены тенденции увеличения сред-  
немесячных и среднегодовых температур воздуха и суммы осад-  
ков за многолетний период. Оценка тренда повышения темпера-  
туры воздуха (по данным метеостанции Тверь) в январе состав-  
ляет 0.6 °С, в феврале 0.67 °С, в марте 0.77°С, в апреле 0.43 °С,  
мае 0.28 °С, июне 0.15 °С, июль 0.37 °С, августе 0.17 °С, сен-  
тябре 0.14 °С, октябре 0.17 °С, ноябре 0.12 °С, декабре 0.06 °С.

В зимний период в воде Иваньковского водохранилища отме-  
чено увеличение минерализации воды и концентраций главных  
ионов по сравнению с другими сезонами года, наблюдаются вы-  
сокие концентрации аммонийного азота и дефицит растворенного  
кислорода. На селитебных территориях Конаковского района  
Тверской области выявлено высокое содержание нитратов в  
родниках и используемых колодцах (с. Городня - 22 - 79, пос.  
Рыбхоз - до 55, с. Селихово 10 - 39, д. Поповское до 43 мг/дм<sup>3</sup>),  
что может негативно сказаться на здоровье населения.

Исследование выполнено в рамках поддержанного РФФИ и  
Правительством Тверской области научного проекта №18-45-  
690001.

**Ключевые слова:** бассейн верхней Волги, Иваньковское во-

дохранилище, подземные воды, малые реки, родники, качество воды, минерализация воды, нитраты, аммонийный азот, температура воздуха, сумма осадков.

**Актуальность исследования для Тверской области.** Для большинства водных объектов нашей страны характерно наличие ледяного покрова. В зимний период происходит ухудшение кислородного режима водных объектов и качества воды по многим параметрам. Водные объекты бассейна верхней Волги (в пределах Тверской области) являются источниками питьевого водоснабжения для ряда крупных городов и такого крупного мегаполиса, как Москва, поэтому ухудшение качества воды в зимний период может стать лимитирующим фактором водоснабжения.

С середины 70-х годов отмечается увеличение температуры воздуха во многих регионах мира, не является исключением, очевидно, и Тверская область. Климатический сбой несет с собой снижение длительности зимнего периода, возрастание количества оттепелей и их интенсивности, уменьшение глубины промерзания почвенного слоя. Следовательно, возрастает величина инфильтрационного питания, на зеркало грунтовых вод поступают прошедшие через почву и зону аэрации талые воды, в результате изменяется минерализация подземных вод. В местах линейных и локальных источников загрязнения (автодороги, магистральные дороги и железные дороги, урбанизированные территории) с дневной поверхности с тальми водами будут неизбежно поступать компоненты противогололедных реагентов: хлориды, натрий, сульфаты, реагенты на основе нитратов кальция, магния, мочевины. В сельских населенных пунктах, наоборот, из-за поступления талых вод минерализация воды питьевых колодцев может резко снизиться, что влечет за собой риски ухудшения здоровья местного населения – ультрапресные воды обладают высокой растворяющей способностью, вымывают из организма жизненно необходимые элементы. Для подземных вод Тверской области характерны аномалии содержания марганца и железа. В случае возрастания поступления марганца, железа и растворенных органических веществ из болотных экосистем по причине воздействия оттепелей значительно ухудшится и качество поверхностных вод области (50% почв Тверской области заболочены).

Для проверки выдвинутых гипотез проведен анализ многолетних рядов наблюдений климатических характеристик (температура воздуха и осадки) в бассейне верхней Волги (на террито-

рии Тверской области) и оценено современное состояние поверхностных (Иваньковское водохранилище и его малые притоки) и подземных вод (родники и колодцы) в его береговой зоне.

Цель исследования - изучение закономерностей и факторов формирования качества воды поверхностных и подземных вод бассейна верхней Волги (на территории Тверской области) в изменяющихся гидроклиматических условиях в многолетнем аспекте.

Полученные результаты. Проанализированы данные среднемесячных значений температуры воздуха по метеостанции Тверь за период с 1944 по 2014 гг. Поскольку в исследованиях климата для расчета климатических характеристик принято за период усреднения брать 30 лет, то для выявления тенденций изменения температуры в Тверском регионе также брали для расчетов несколько 30-летних периодов. Изменение среднегодовых температур в различные периоды представлено на рисунке 1. Из рисунка видно, что наблюдается увеличение среднегодовых температур воздуха с середины 40-х годов по настоящее время.

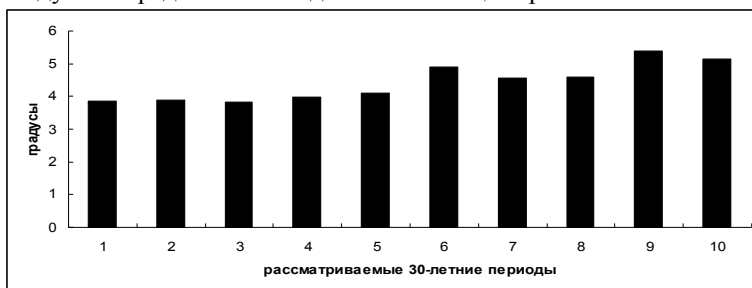


Рис.1 Среднегодовые температуры воздуха по метеостанции Тверь за различные временные периоды: 1 – 1944-1973 гг.; 2 – 1945-1974 гг.; 3 – 1950-1979 гг.; 4 – 1955 -1984 гг.; 5 – 1961-1990 гг.; 6 – 1966-1995 гг.; 7 –1971 -2000 гг.; 8 – 1976-2005; 9 – 1981-2010 гг.; 10 – 1985-2014 гг.

Исследовалось внутригодовое изменение среднемесячных температур воздуха по метеостанции Тверь по выделенным периодам. Оценили изменение среднемесячных температур воздуха за многолетний период, проведя сравнительный анализ внутригодового хода температур в начальный (1944-1973 гг.) и заключительный периоды (1985-2014 гг.) (рис. 2). Анализ показал, что наблюдается явное увеличение среднемесячных температур воздуха в январе, феврале, марте, апреле и июле. Оценка тренда

повышения температуры воздуха в январе составляет  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в феврале  $0.67\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в марте  $0.77\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в апреле  $0.43\text{ }^{\circ}\text{C}$ , мае  $0.28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , июне  $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , июль  $0.37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , августе  $0.17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , сентябре  $0.14\text{ }^{\circ}\text{C}$ , октябре  $0.17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ноябре  $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , декабре  $0.06\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

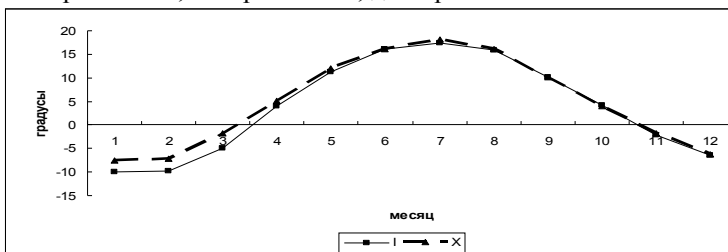


Рис. 2 Изменение среднемесячных температур воздуха по метеостанции Тверь за период с 1944-1973 (I) гг. и 1985-2014 гг. (X)

Проанализирован ряд наблюдений среднемесячных сумм осадков по метеостанции Тверь за период с 1944 по 2017 гг. Выявлено, что скорость изменения среднемноголетней среднегодовой суммы осадков составляет  $2\text{ мм/год}$ .

По материалам наблюдений в период с 2013 по 2018 гг. проведен анализ изменения характеристик качества воды Иваньковского водохранилища в различные сезоны с целью выявления особенностей формирования в зимний период. Выявлено, что минерализация и концентрации главных ионов в воде р. Волги и Иваньковского водохранилища зимой увеличиваются по сравнению с другими сезонами года, наблюдается нарастание концентраций от начала к концу периода. Так, во входном створе (Городня) зимой значения минерализации воды изменяются в диапазоне от  $246$  до  $272\text{ мг/дм}^3$ , в замыкающем створе (Дубна) – от  $225$  до  $281\text{ мг/дм}^3$ . Наибольшие значения отмечены в створе Безбородово, где они достигают  $487\text{ мг/дм}^3$  (2017 г.).

Зимой в большинстве створов наблюдений содержание растворенного в воде кислорода в поверхностном горизонте составляет  $40\text{-}50\%$  и падает до нулевых значений в придонных горизонтах. Содержание легко окисляемой органики в зимний период, как правило, не превышает  $2.0\text{ мгО/дм}^3$ . Цветность воды водохранилища в последние пять лет в зимний период в большинстве створов наблюдений колебалась в интервале  $20^{\circ}\text{-}70^{\circ}$  Pt-Co шкалы. Наибольшие концентрации нитратов наблюдаются в период максимальной сработки уровня (февраль-март), когда в водохранилище поступает значительное количество подземных вод, обо-

гащённых соединениями азота, а потребление этой формы азота экосистемой минимально. В большинстве створов наблюдений в зимний период концентрации аммонийного иона выше, чем в другие сезоны года, и превышают концентрации нитратов. Максимально наблюдаемая концентрация аммонийного иона зафиксирована зимой в створе Городня, она составила 1.63 мг/дм<sup>3</sup> в 2013 г.

Концентрация общего железа в водах водохранилища обычно превышает ПДКрыб. (0.1 мг/дм<sup>3</sup>) во все сезоны года, в том числе и в зимний период, достигая максимальных значений в Шошинском плесе (до 7 ПДК). Высокие концентрации в водах водохранилища во все сезоны характерны и для марганца. Его наиболее высокие концентрации в последние годы наблюдались в Шошинском плесе, где они достигали 24-31 ПДКрыб. Зимой в створе Безбородово отмечены максимальные концентрации цинка, свинца и меди, которые равны соответственно 11 ПДК, 3 ПДК, 6 ПДК.

Установлено, что состав поверхностных вод притоков Иваньковского водохранилища в течение зимней межени периода 2011 - 2018 гг. относился преимущественно к гидрокарбонатному кальциево-магниевому типу с минерализацией в пределах 200 - 700 мг/дм<sup>3</sup>, за исключением реки Созь с водами гидрокарбонатно-сульфатного кальциевого типа и минерализацией до 100 мг/дм<sup>3</sup>.

Цветность водотоков колебалась в пределах 100-150 град. в многоводные годы, от 10 до 70 град. - в маловодные. Высокая цветность поверхностных водотоков региона в зимний период обусловлена поступлением вод преимущественно с верховых болот и заболоченных почв поймы при участившихся в последние годы оттепелях.

На водосборе рек Дойбица и Шоша в подземных водах зимой наблюдается повышенное содержание хлоридов - до 600 мг/дм<sup>3</sup>, на водосборе Донховки - солей кальция и магния - до 12 ммоль/дм<sup>3</sup>, нитратов до 1.5 ПДК. Этот факт может быть связан как с использованием противогололедных реагентов на основе нитратов кальция и мочевины, так и с приуроченностью русел рек к тектоническим нарушениям. Отмечено высокое содержание нитратов в родниках и используемых колодцах на селитебных территориях (с.Городня - 22 - 79, пос. Рыбхоз - до 55, с. Селихово 10 - 39, д. Поповское до 43 мг/дм<sup>3</sup>).

## **Заключение.**

Впервые проведен анализ изменения за многолетний период гидроклиматических характеристик на водосборе Ивановского водохранилища. Выявлены тренды на повышение среднемесячных и среднегодовых температур воздуха и суммы осадков.

Впервые дана подробная оценка современного состояния качества воды Ивановского водохранилища, его малых притоков и подземных вод в его береговой зоне (Конаковский район Тверской области) в зимний период. Выявлены негативные тенденции изменения качества подземных вод, обусловленные изменениями климатических условий в регионе [1-3].

Выполнение проекта в полном объеме позволит исследовать многолетние тенденции изменения качества воды ряда водохранилищ, озер, подземных вод на водосборе верхней Волги в пределах Тверской области, дать прогноз на перспективу и разработать рекомендации по оптимизации сети мониторинговых наблюдений.

Результаты, полученные в ходе выполнения Проекта, могут быть использованы Министерством природных ресурсов и экологии Тверской области для разработки Программ по стабилизации экологического состояния региона, при подготовке справочной, учебной и научно-популярной литературы и разработке курсов лекций в учебных заведениях Тверской области.

### **Научные публикации по проекту.**

1. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Лапина Е.Е., Чекмарева Е.А. Особенности зимнего гидрохимического режима Ивановского водохранилища. VII Дружининские чтения. Природные опасности, современные экологические риски и устойчивость экосистем. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Хабаровск, ООО «Омега Пресс». 2018. С. 194- 198.
2. Лапина Е.Е. Особенности зимнего гидрохимического режима Шошинского плеса Ивановского водохранилища//Сборник тезисов докладов Всероссийской конференции «Волга и ее жизнь». Ин-т биологии внутр. вод им.И.Д. Папанина РАН, Борок, 22-26 октября 2018. Ярославль: Филигрань, 2018. С. 84.
3. Лапина Е.Е., Чекмарева Е.А. Оценка современного состояния подземных вод в береговой зоне Ивановского водохранилища и его притоков в зимний период //Вестник ТвГУ серия: География и Геоэкология, 2018 г. Вып. №4. С. 21-36.



**PRELIMINARY RESULTS OF THE RESEARCH OF REGULARITIES AND FACTORS OF FORMATION OF THE WINTER HYDROCHEMICAL REGIME OF SURFACE AND UNDERGROUND WATER OF THE TVER REGION**

Grigorieva I.L.\*, Komissarov A.B.\*, Kuzovlev V.V.\*\*\*, Lapina E.E.\*,  
Lapina L.E.\*, Chekmareva E.A.\*

Ivankovskaiya Research Station – the Department of Water Problems  
Institute of Russian Academy of Science

171251, Tver Region, Konakovo, Belavinskaiya street, 61-A,

Irina\_Grigorieva@list.ru

\*\*\* Tver State Technical University, 170026, Tver, Afanasiy Nikitin  
Emb., 22

**Summary:** Preliminary results of a research of regularities and factors of formation of quality of surface and underground water in the basin of Upper Volga in the territory of the Tver Region during the winter period in the changing hydroclimatic conditions are presented. The research has been conducted in the framework of regional grant of RFBR - Tver region No. 18-45-690001. Trends of increase in average monthly and average annual air temperatures and the sum of rainfall for the long-term period are revealed. Assessment of a trend of temperature increase of air according to a meteorological station Tver in January makes 0.6 °C, in February of 0.67 °C, in March of 0.77 °C, in April of 0.43 °C, May of 0.28 °C, June of 0.15 °C, July of 0.37 °C, August of 0.17 °C, September of 0.14 °C October of 0.17 °C, November of 0.12 °C, December of 0.06 °C.

During the winter period in water of the Ivankovskoye Reservoir increase in a mineralization of water and concentration of the main ions in comparison with other seasons of year is noted, the deficiency of dissolved oxygen and high concentrations of ammonium nitrogen is observed in the winter. High content of nitrates in springs and wells in residential territories of Konakovo district of the Tver Region is noted (Gorodnya 22-79, Fish farm up to 55, Selikhovo 10-39, Popovskoye up to 43 mg/dm<sup>3</sup>) that can negatively affect health of the population.

**Keywords:** Upper Volga basin, Ivankov reservoir, underground waters, small rivers, springs, water quality, water mineralization, nitrates, ammonium nitrogen, air temperature, precipitation amount.

## СОДЕРЖАНИЕ

Кораблев М.П., Кораблев Н.П. , Кораблев П.Н. Изучение морфо-генетического полиморфизма млекопитающих тверской области: фундаментальные и прикладные аспекты (грант № 18-44-690001р_а).....	3
Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Кузовлев В.В., Лапина Е.Е., Лапина Л.Э., Чекмарёва Е.А. Предварительные результаты исследования закономерностей и факторов формирования зимнего гидрохимического режима поверхностных и подземных вод Тверской области (грант № №18-45-690001).....	10
Цуркан М. В. Промежуточные результаты реализации проекта «методические подходы к оценке эффективности и результативности межбюджетных выравниваний с учетом ориентации на партисипативное бюджетирование» (грант № 18-410-690002) .....	17
Фирсова Е.А., Фирсов С.С., Войлошникова Е.Г. Обоснование и разработка бизнес-моделей органического агропроизводства на основе рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, оценки производственного потенциала и эффективности его использования (грант № 18-410-690001 р_а.).....	25
Новиков В.В., Измайлов В.В., Новикова О.О. Основы синтеза алмазосодержащих композиционных керамических инструментальных материалов (грант № 18-48-690001.) .....	33
Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Ростовцев Р.А., Ущাপовский И.В., Галкин А.В. Исследование инновационной технологии переработки льна масличного в экологически чистое волокно (грант № 18-416-690004) .....	40