

Информация  
Экспедиции ВНИРО

УДК 556.551:597-15

**Гидролого-гидрохимические исследования среды обитания гидробионтов в пресноводных водоёмах центральной части России в 2017 г.***Н.М. Лапина, А.К. Грузевич, Е.В. Малыгин, В.Л. Зубаревич*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: lapina@vniro.ru

Приводятся сведения о проведённых в 2017 г. экспедиционных исследованиях на пресноводных водоёмах Московской, Тульской, Рязанской, Орловской и Смоленской областей для оценки абиотических показателей среды обитания водных биоресурсов. Дана характеристика гидролого-гидрохимических условий обитания гидробионтов в различные сезоны 2017 г. Показано, что по гидрохимическим показателям большинство исследованных водных объектов можно отнести к водоёмам с благоприятной экологической обстановкой и хорошими условиями для обитания рыб. Исключение составили воды Химкинского, Шатского и Любовского водохранилищ и р. Ока в районе г. Орёл и г. Коломна, которые характеризовались, согласно рыбохозяйственным нормативам ПДК, как «грязные» за счёт высокого антропогенного загрязнения.

**Ключевые слова:** мониторинг, гидрология, гидрохимия, водохранилище, река, условия обитания, стратификация, гипоксия, рыбохозяйственные нормативы предельно-допустимых концентраций, загрязнение

В рамках работ по мониторингу водных биоресурсов и среды их обитания на пресноводных водных объектах зоны ответственности ФГБНУ «ВНИРО», в 2017 г. гидролого-гидрохимические экспедиционные исследования были проведены: в зимний период (дата съёмки — 15.02.2017) на водохранилищах Тульской области (Шатском, Любовском, Щекинском и Черепетском); в весенний период — на Десногорском (14.04.2017) и Химкинском (02.05.2017) водохранилищах; в лет-

ний период — на Можайском водохранилище (22.08.2018) и на разных участках р. Ока (01.06.2018 и 28.08.2017); в осенний период на Железногорском (16.10.2017) и Новомичуринском (02.11.2017) водохранилищах и р. Днепр (17.11.2017).

Основная цель проводимых гидролого-гидрохимических исследований — оценка условий обитания водных биоресурсов и их кормовой базы в вышеперечисленных водных объектах рыбохозяйственного значения.

Работы на исследуемых водных объектах осуществлялись по заранее разработанной схеме гидрологических станций с борта моторной лодки при постановке на якорь. Местоположение станций определялось с помощью портативного GPS навигатора (GPS+GLONASS). На каждой станции проводилось зондирование водной толщи от поверхности до дна гидрологическим зондом EXO2 (YSI Inc.), снабжённым датчиками давления (глубины), температуры, электропроводности, растворённого кислорода и водородного показателя (рН) с непрерывным визуальным контролем результатов на борту.

По результатам зондирования выявлялись особенности вертикальной структуры водной

толщи и назначались горизонты отбора проб на химический анализ, минимально, с двух горизонтов — поверхностного и придонного. Пробы воды на химический анализ отбирались с помощью пластикового батометра Van Dorn объёмом 5 л. По завершению съёмки они в возможно короткие сроки доставлялись в стационарную сертифицированную лабораторию гидрохимии ФГБНУ «ВНИРО» для последующего инструментального анализа.

Гидрохимические лабораторные исследования включали определения концентраций следующих показателей: растворённого кислорода, ионного состава (гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов, натрия, калия, кальция, магния), органических и минеральных форм

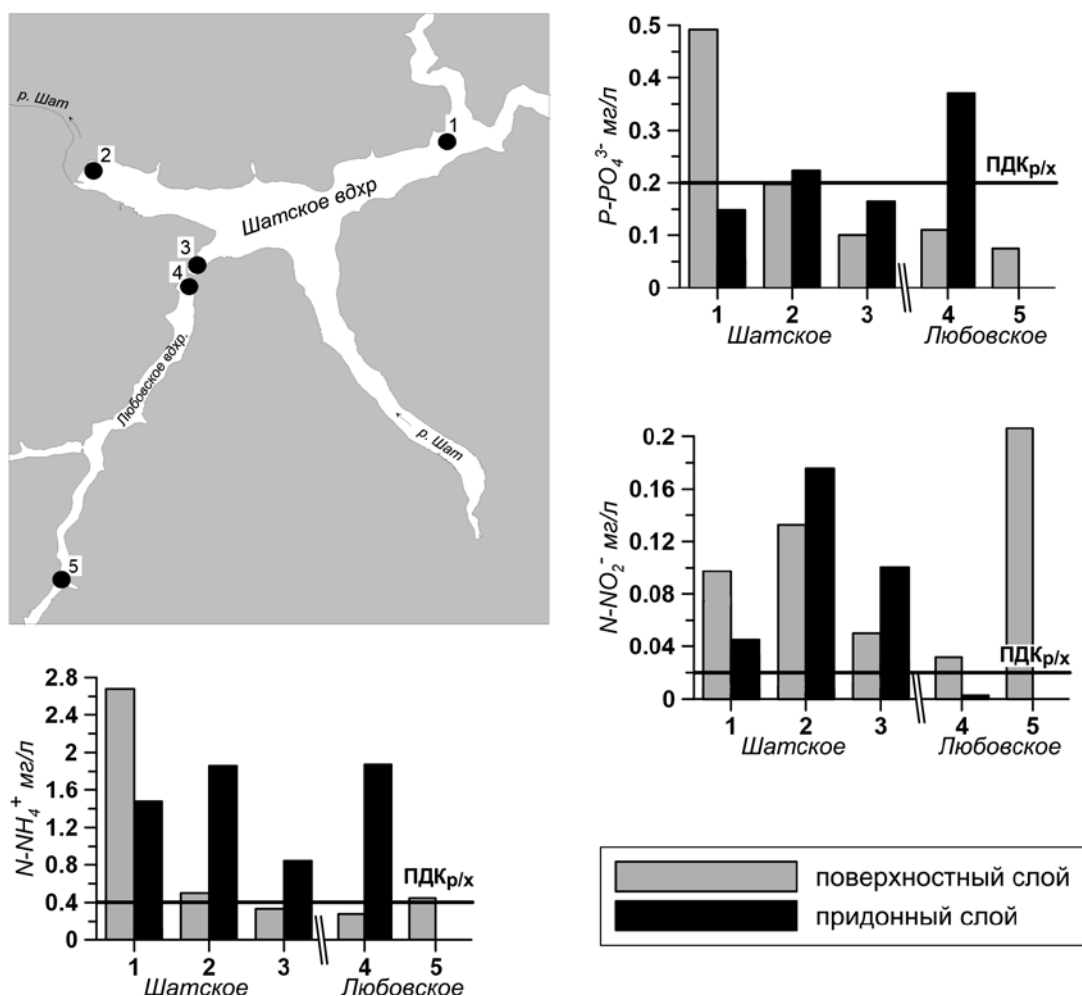


Рис. 1. Схема расположения гидрологических станций и содержание фосфора фосфатов ( $P-PO_4^{3-}$ , мг/л), аммонийного ( $N-NH_4^+$ , мг/л) и нитритного ( $N-NO_2^-$ , мг/л) азота в водах Шатского и Любовского водохранилищ в феврале 2017 г.

биогенных элементов (азота, фосфора и кремния), растворённого органического углерода, минерализации и общей жёсткости. Химический анализ проб произведён по стандартным аккредитованным методикам. Графическая обработка материалов проводилась с использованием программ Excel, Surfer, Grapher.

Гидролого-гидрохимическая съёмка четырёх водохранилищ Тульской области, проведённая со льда в середине февраля 2017 г., позволила охарактеризовать условия обитания гидробионтов во время их зимовки. На всех исследованных водохранилищах, при ледяном покрове толщиной около 40 см, наблюдалась обратная (зимняя) стратификация вод, при которой температура в поверхностном слое была близка к 0 °С, а в придонных слоях изменялась в пределах 1,3–4,0 °С. В условиях отсутствия прямого контакта с атмосферой в водоёмах повышается вероятность гипоксии. Особенно наглядно это проявилось в Шатском и Любовском водохранилищах (рис. 1), где ввиду высокого загрязнения их вод органикой, кислородный дефицит был характерен почти для всей толщи вод (насыщение их кислородом менее 30%). Эти водохранилища — одни из самых загрязнённых из всех водоёмов, находящихся в зоне ответственности ВНИРО. Концентрации большинства гидрохимических показателей в них значительно превышали рыбохозяйственные нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК<sub>рх</sub>), причём концентрации наиболее токсичного для рыб нитритного азота превышали ПДК<sub>рх</sub> почти на порядок (рис. 1).

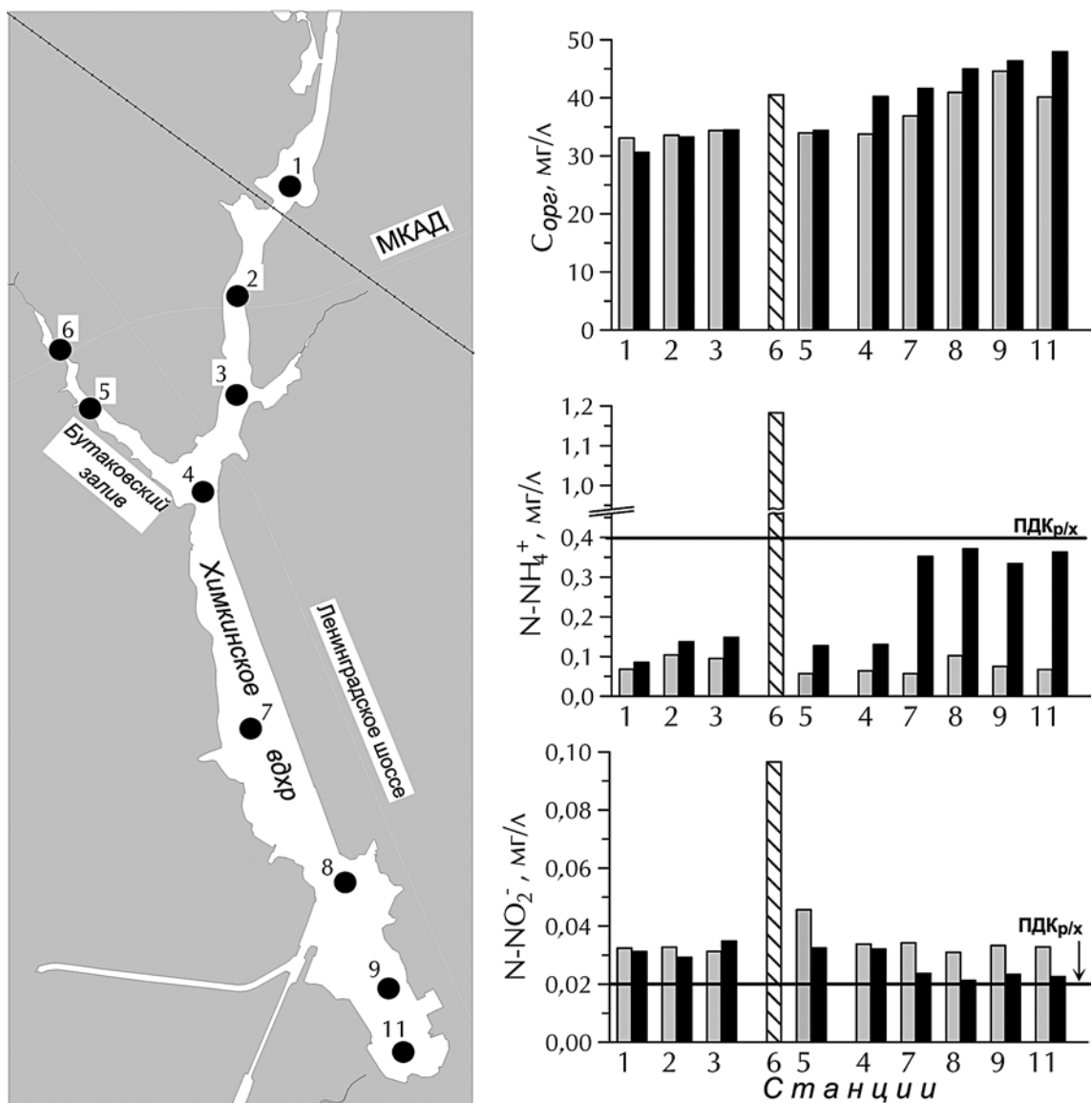
В отличие от Любовского и Шатского водохранилищ условия зимовки гидробионтов в Щекинском водохранилище характеризовались как удовлетворительные, а в Черепетском — как хорошие. Процентное насыщение вод кислородом в Щекинском водохранилище было в диапазоне 44–56%, в Черепетском водохранилище — около 70%, все гидрохимические показатели были в норме.

Весенняя съёмка Десногорского водохранилища (водоёма-охладителя Смоленской АЭС) отразила начальную стадию формирования летней стратификации в водоёме, когда в поверхностных слоях ещё сохраняется достаточно высокое содержание биогеогенных элементов

(нитратов и кремния). Воды водохранилища хорошо аэрированы, однако пик фотосинтетической деятельности автотрофов ещё не наступил, насыщение вод кислородом выше 100% встречалось лишь в районе выпуска тёплых вод. К середине апреля гомотермия водной толщи ещё сохранялась в верховьях водохранилища (с естественным водным режимом) при температурах около 10 °С и в центральной перемешанной части акватории в зоне воздействия теплового стока при температуре 11–12 °С. По ионному составу воды водохранилища относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы с невысокой минерализацией (менее 230 мг/л) и низкой жёсткостью (менее 2,5 мг-экв/л). Важно отметить, что по гидрохимическим параметрам Десногорское водохранилище традиционно можно отнести к водоёмам с благоприятной экологической обстановкой и очень хорошими условиями для обитания рыб естественных и искусственных популяций.

Гидрохимические исследования Химкинского водохранилища, являющегося накопителем значительного количества промышленных и коммунальных стоков самого различного происхождения, проводились в мае 2017 г. (рис. 2). Как и по результатам предшествующих исследований в различные сезоны 2013–2015 гг., самой большой антропогенной нагрузке по-прежнему подвержен Бутаковский залив этого водохранилища (станция № 6 на рис. 2), где вследствие сброса неочищенных вод из коллекторов «Мосводостока», концентрации аммонийного и нитритного азота превышали ПДК<sub>рх</sub> в 3 и 4 раза, соответственно. Подобные сбросы загрязнений приводят к активному процессу нитрификации и связанному с ним значительному потреблению из воды кислорода, что в короткий период может создавать условия гипоксии на прилегающих участках с последующей гибелью гидробионтов.

Из принципиально новых особенностей, выявленных в результате весенней съёмки, необходимо отметить аномально высокие концентрации в водах всего водохранилища растворённого органического углерода (от 30 до 48 мг/л) — репрезентативного показателя содержания органического вещества (ОВ).



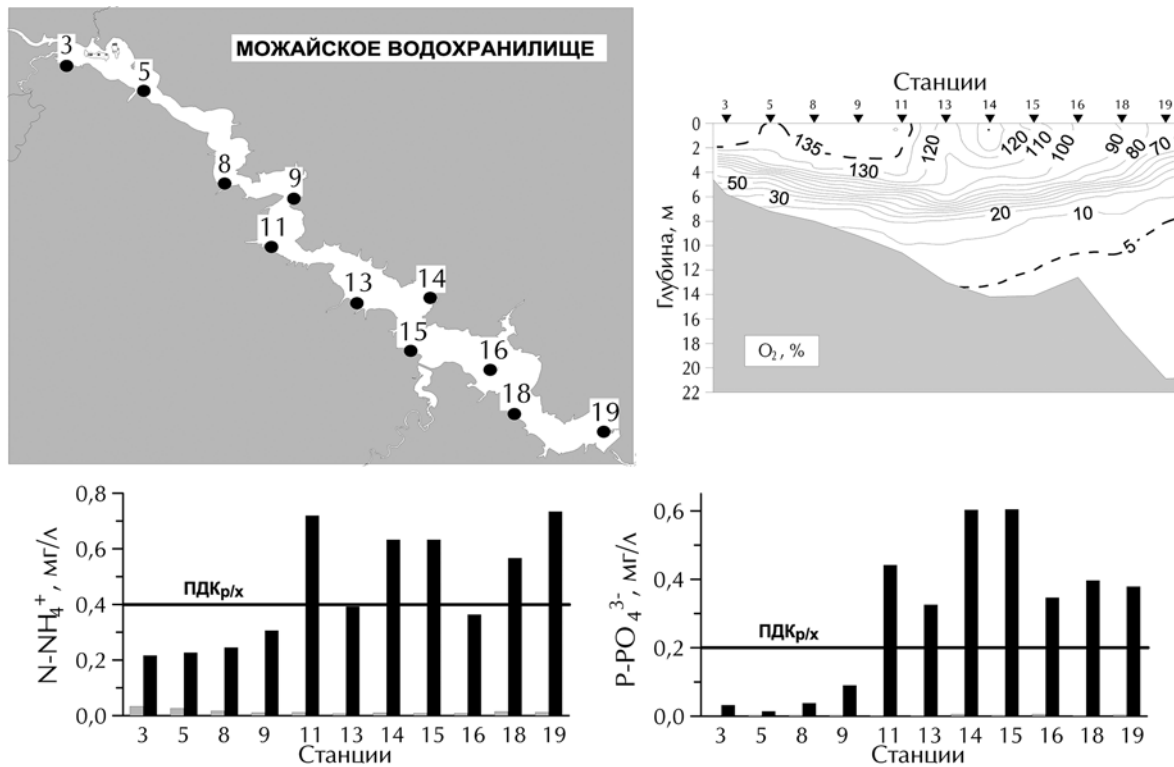
**Рис. 2.** Схема расположения гидрологических станций и содержание органического углерода ( $C_{org}$ , мг/л), аммонийного ( $N-NH_4^+$ , мг/л) и нитритного ( $N-NO_2^-$ , мг/л) азота в водах Химкинского водохранилища в мае 2017 г. Обозначение как на рис. 1

На станции № 6 проба взята в среднем слое.

Для сравнения, в предыдущих исследованиях (2013–2015 гг.) этот показатель изменялся в пределах обычных для подобных водохранилищ величин (от 7 до 12 мг/л). Таким образом, содержание ОВ в Химкинском водохранилище по сравнению с 2015 г. возросло более, чем в 4 раза и свидетельствует об очень больших и долговременных сбросах органических загрязнений и накопления их в водах водохранилища.

Гидролого-гидрохимическая съёмка Можайского водохранилища проводилась в пе-

риод завершения летнего сезона, характерной особенностью которого является наличие прямой стратификации водной толщи (рис. 3). Как правило, это способствует постепенному обособлению придонной водной массы за счёт затруднённого вертикального водообмена. Анализ полученных данных показал, что в конце летнего сезона 2017 г. в Можайском водохранилище практически отсутствовала вентиляция придонных слоёв (которая обычно происходит при сильном ветровом воздей-



**Рис. 3.** Схема расположения гидрологических станций и распределение растворённого кислорода (O<sub>2</sub>, % нас.), аммонийного азота (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, мг/л) и фосфора фосфатов (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, мг/л) в водах Можайского водохранилища в августе 2017 г. Обозначение как на рис. 1

вии или в случае резких похолоданий). В результате, по всей акватории водохранилища в придонном слое наблюдался дефицит кислорода, а начиная со средней его части (станция № 9) и далее, ниже по течению, — обширная гипоксия с содержанием растворённого кислорода, не превышающем 1,2 мг/л (рис. 3). Такая ситуация сопровождалась повышением содержания в придонных слоях аммонийного азота и фосфора фосфатов в диапазоне 0,3–0,7 мг/л и 0,3–0,6 мг/л, соответственно. Установление восстановительных условий в придонных слоях привело к интенсификации процессов денитрификации (содержание нитратного азота снизилось до нулевых концентраций), сульфатредукции и появлению сероводорода у дна. Таким образом, съёмка Можайского водохранилища зафиксировала состояние опасной для гидробионтов гипоксии.

Гидролого-гидрохимические исследования Новомичуринского водохранилища проводились в осенний период. Результаты исследований показали, что в водохранилище уста-

новилась осенняя гомотермия, особенностью которой являлось практически полное перемешивание его вод и однородное распределение всех основных гидрохимических характеристик от поверхности до дна при насыщении вод кислородом от 93 до 98%. Интенсификация деструкционных процессов в водохранилище в этот период привела к доминированию минеральных форм биогенных элементов над органическими и созданию благоприятных условий для гидробионтов в последующий зимний период.

Гидрохимические исследования протяжённого участка р. Ока (от Орловской до Московской областей) и р. Днепр (в Смоленской области) показали, что обе реки находятся в удовлетворительном состоянии. По всему рассмотренному в 2017 г. участку, воды р. Оки можно отнести к умеренно жёстким (4,5–5,5 мг-экв/л), минерализация которых колеблется преимущественно в диапазоне 400–450 мг/л. В р. Днепр вода более мягкая (общая жёсткость 3,2–3,6 мг-экв/л) с более низкой

минерализацией (270–315 мг/л). Содержание ОВ более высокое в днепровских водах. Концентрации растворённого органического углерода в р. Днепр составляли 14,2–20,1 мг/л, в р. Ока — 5,2–9,3 мг/л, гидрохимические показатели — в пределах нормы. Исключение составляют участки р. Ока в пределах крупных городов: г. Орёл и г. Коломна. В г. Орёл в окских водах загрязнения бытовыми и промышленными стоками были зафиксированы по резкому превышению ПДК<sub>рх</sub> нитритного азота и фосфора фосфатов в 2,5 и 1,5 раза, соответственно. Однако наиболее загрязнёнными воды р. Ока становятся ниже г. Коломна, после принятия вод левого притока — р. Москва. Здесь концентрации нитритного азота превышали ПДК<sub>рх</sub> более, чем в 10 раз, а фосфора фосфатов — в 2 раза. Таким образом, участок р. Ока от г. Коломна и до Рязанской области наиболее загрязнён и неблагоприятен для условий обитания гидробионтов.

По результатам проведённых в 2017 г. работ для каждого исследованного водного объекта была получена развёрнутая гидролого-гидрохимическая характеристика его акватории, дана оценка экологического состояния и усло-

вий обитания в них гидробионтов. Большинство исследованных водных объектов можно отнести к водоёмам с благоприятной экологической обстановкой и хорошими условиями для обитания рыб. Исключение составили воды Химкинского, Шатского и Любовского водохранилищ и р. Ока в районе г. Орёл и г. Коломна, которые характеризовались, согласно рыбохозяйственным нормативам ПДК, как «грязные» за счёт высокого антропогенного загрязнения.

В целом многолетние исследования в разные сезоны, проводимые ФГБНУ «ВНИРО» на водоёмах в зоне своей ответственности, позволяют не только фиксировать текущее состояние водных объектов, но и своевременно отмечать различные тенденции в их развитии. Соответственно, и параллельные исследования специалистов-ихтиологов опираются на знания всех текущих особенностей среды обитания гидробионтов. Такой подход даёт возможность своевременно реагировать на происходящие изменения и применять обоснованные решения по вопросам рыбохозяйственного использования данных объектов.

Information

---

**Hydrological and hydrochemical studies of the hydrobionts habitat  
on freshwater reservoirs of the Central part of Russia in 2017**

*N.M. Lapina, A.K. Gruzevich, E.V. Malygin, V.L. Zubarevich*

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

The paper contains information on expeditions conducted in 2017 on the water reservoirs and rivers of the Moscow, Tula, Ryazan, Orel and Smolensk regions to assess the abiotic indicators of the habitat of aquatic living resources. The characteristic of the hydrological and hydrochemical conditions of aquatic living resources during different seasons of 2017 is given. According to hydrochemical indicators it is shown that the majority of studied water reservoirs can be referred to water reservoirs with favorable ecological conditions for fish habitat. The exceptions were the waters of the Khimki, Shatsky and Lyubovsky reservoirs and the Oka River in the vicinity of Orel and Kolomna, which were characterized as “dirty” due to high anthropogenic pollution.

**Keywords:** monitoring, hydrology, hydrochemistry, reservoir, river, habitat conditions, stratification, hypoxia, fisheries standards for maximum permissible concentrations, pollution.

FIGURE CAPTIONS

**Fig. 1.** The scheme of the location of hydrological stations and the concentrations of phosphates ( $P-PO_4^{3-}$ , mg/l), ammonium ( $N-NH_4^+$ , mg/l) and nitrite ( $N-NO_2^-$ , mg/l) in the waters of Shatsky and Lubovsky reservoirs in February 2017

**Fig. 2.** The scheme of the location of hydrological stations and the concentrations of organic carbon ( $C_{org}$ , mg/l), ammonium ( $N-NH_4^+$ , mg/l) and nitrite ( $N-NO_2^-$ , mg/l) in the waters of Khimki reservoir in May 2017. Designation as in Fig.1. At station no 6, the sample is taken in the middle layer

**Fig. 3.** The scheme of the location of hydrological stations and the concentrations of dissolved oxygen ( $O_2$ , % saturation), ammonium ( $N-NH_4^+$ , mg/l) and phosphates ( $P-PO_4^{3-}$ , mg/l) in the waters of Mozhaisky reservoir in August 2017. Designation as in Fig.1