

Актуальные исследования

Международный научный журнал
2023 • № 32 (162)

Издается с ноября 2019 года

Выходит еженедельно

ISSN 2713-1513

Главный редактор: Ткачев Александр Анатольевич, канд. социол. наук

Ответственный редактор: Ткачева Екатерина Петровна

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Абидова Гулмира Шухратовна, доктор технических наук, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Альборад Ахмед Абуди Хусейн, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Аль-бутбахак Башшар Абуд Фадхиль, преподаватель, PhD, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Альхаким Ахмед Кадим Абдуалкарем Мухаммед, PhD, доцент, Член Иракской Ассоциации спортивных наук (Университет Куфы, Ирак)

Асаналиев Мелис Казыкеевич, доктор педагогических наук, профессор, академик МАНПО РФ (Кыргызский государственный технический университет)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, проректор по научной работе, профессор, директор НИИ биогеографии и ландшафтной экологии (Дагестанский государственный педагогический университет)

Бафоев Феруз Муртазович, кандидат политических наук, доцент (Бухарский инженерно-технологический институт)

Гаврилин Александр Васильевич, доктор педагогических наук, профессор, Почетный работник образования (Владимирский институт развития образования имени Л.И. Новиковой)

Галузо Василий Николаевич, кандидат юридических наук, старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт образования и науки)

Григорьев Михаил Федосеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Арктический государственный агротехнологический университет)

Губайдуллина Гаян Нурахметовна, кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Международной Академии педагогического образования (Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова)

Ежкова Нина Сергеевна, доктор педагогических наук, профессор кафедры психологии и педагогики (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого)

Жилина Наталья Юрьевна, кандидат юридических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Ильина Екатерина Александровна, кандидат архитектуры, доцент (Государственный университет по землеустройству)

Каландаров Азиз Абдурахманович, PhD по физико-математическим наукам, доцент, декан факультета информационных технологий (Гулистанский государственный университет)

Карпович Виктор Францевич, кандидат экономических наук, доцент (Белорусский национальный технический университет)

Кожевников Олег Альбертович, кандидат юридических наук, доцент, Почетный адвокат России (Уральский государственный юридический университет)

Колесников Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент (Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова)

Копалкина Евгения Геннадьевна, кандидат философских наук, доцент (Иркутский национальный исследовательский технический университет)

Красовский Андрей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАЕН и АИН (Уральский технический институт связи и информатики)

Кузнецов Игорь Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент, академик международной академии фундаментального образования (МАФО), доктор медицинских наук РАГПН,

профессор, почетный доктор наук РАЕ, член-корр. Российской академии медико-технических наук (РАМТН) (Астраханский государственный технический университет)

Литвинова Жанна Борисовна, кандидат педагогических наук (Кубанский государственный университет)

Мамедова Наталья Александровна, кандидат экономических наук, доцент (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

Мукий Юлия Викторовна, кандидат биологических наук, доцент (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины)

Никова Марина Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Московский государственный областной университет (МГОУ))

Насакаева Бакыт Ермекбайкызы, кандидат экономических наук, доцент, член экспертного Совета МОН РК (Карагандинский государственный технический университет)

Олешкевич Кирилл Игоревич, кандидат педагогических наук, доцент (Московский государственный институт культуры)

Попов Дмитрий Владимирович, доктор филологических наук (DSc), доцент (Андижанский государственный институт иностранных языков)

Пятаева Ольга Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент (Российская государственная академия интеллектуальной собственности)

Редкоус Владимир Михайлович, доктор юридических наук, профессор (Институт государства и права РАН)

Самович Александр Леонидович, доктор исторических наук, доцент (ОО «Белорусское общество архивистов»)

Сидикова Тахира Далиевна, PhD, доцент (Ташкентский государственный транспортный университет)

Таджибоев Шарифджон Гайбуллоевич, кандидат филологических наук, доцент (Худжандский государственный университет им. академика Бободжона Гафурова)

Тихомирова Евгения Ивановна, доктор педагогических наук, профессор, Почётный работник ВПО РФ, академик МААН, академик РАЕ (Самарский государственный социально-педагогический университет)

Хайтова Олмахон Саидовна, кандидат исторических наук, доцент, Почетный академик Академии наук «Турон» (Навоийский государственный горный институт)

Цуриков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент (Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС))

Чернышев Виктор Петрович, кандидат педагогических наук, профессор, Заслуженный тренер РФ (Тихоокеанский государственный университет)

Шаповал Жанна Александровна, кандидат социологических наук, доцент (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Шошин Сергей Владимирович, кандидат юридических наук, доцент (Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Эшонкулова Нуржахон Абдужабборовна, PhD по философским наукам, доцент (Навоийский государственный горный институт)

Яхшиева Зухра Зиятовна, доктор химических наук, доцент (Джиззакский государственный педагогический институт)

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Костицына К.О.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЗВЁЗД
ПО ФОТОГРАФИИ ЗВЁЗДНОГО НЕБА 7

ФИЗИКА

Рысин А.В., Никифоров И.К., Бойкачев В.Н.

ПАРАДОКС ЭФФЕКТА КОМПТОНА В ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ
И КЛАССИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ..... 14

ГЕОЛОГИЯ

Яковлев П.И.

ОЦЕНКА ПОДЗЕМНОГО И МИНИМАЛЬНОГО ЗИМНЕГО СТОКА РЕКИ ВАЗУЗЫ
И ЕЕ ПРИТОКОВ ПО ДАННЫМ РЕЖИМНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ
РОСГИДРОМЕТА, ДО СОЗДАНИЯ ВАЗУЗСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1977 ГОДУ,
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.... 31

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Вахтин В.Е., Лебедев Е.С., Бобров Д.А., Валов В.В.

ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ..... 52

Шилякин С.С.

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОВЫХ ЛУЧИСТЫХ
ОТОПИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 58

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Kokenova U.K.

ONLINE STORE FOR SELLING GAMES IN CASE OF KAZAKHSTAN 60

Аппалонова Н.А., Кисляков М.Д.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В
УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ САНКЦИЙ 64

ФИЛОСОФИЯ

Костицына К.О.

НАУЧНАЯ ФАНТАСТИКА КАК ОБРАЗ ВОЗМОЖНОГО БУДУЩЕГО 68

ГЕОЛОГИЯ

ЯКОВЛЕВ Петр Иванович

инженер-гидролог, Русское географическое общество, Тверское отделение,
Россия, г. Тверь

ОЦЕНКА ПОДЗЕМНОГО И МИНИМАЛЬНОГО ЗИМНЕГО СТОКА РЕКИ ВАЗУЗЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ ПО ДАННЫМ РЕЖИМНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ РОСГИДРОМЕТА, ДО СОЗДАНИЯ ВАЗУЗСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1977 ГОДУ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

***Аннотация.** В этой работе проведен анализ параметров подземного и минимального зимнего стока на реках бассейна реки Вазузы. Данные гидрологические характеристики определялись по материалам наблюдений за водным стоком на водпостах Росгидромета, действующих до создания Вазузского водохранилища в 1977 году. Также была дана характеристика геоморфологических, геологических и гидрогеологических условий, которые влияют на формирование и интенсивность подземного притока в реки на данной территории. При проведении этих исследований были использованы фотоматериалы космической съемки разного спектрального диапазона.*

***Ключевые слова:** расход воды, модуль стока, подземный, меженный сток, река, водохранилище, геологические, гидрогеологические условия, космоснимок.*

Введение. Вазузское водохранилище, которое было образовано в 1977 году путем строительства плотины на р. Вазуза, в 5 км выше г.Зубцова, является наиболее крупным водоемом в Вазузской гидротехнической системе. В данный комплекс водных объектов также входят Яузское и Рузское водохранилища и два канала: р.Гжать – р.Яуза и р.Яуза-р.Руза. При этом Вазузское водохранилище, которое расположено на территории Тверской и Смоленской областей, относится к искусственным водоемам руслового типа, образованное путем частичного затопления реки Вазуза, и ее притоков – р.Осуги, р.Гжати, р.Касни. Известно, что на этих водотоках до момента создания этого крупного водохранилища в 1977года, действовали водпосты Росгидромета, которые проводили регулярные измерения речного стока. При решении наших задач

были использованы материалы этих наблюдений. Ранее Государственным гидрологическим институтом (ГГИ) неоднократно проводились расчеты нормы подземного и минимального меженного стока для р. Вазузы и ее притоков. Но в отличие от этих данных, в нашей работе эти гидрологические характеристики даются не только по замыкающим гидростворам отдельных водотоков, но и по частным речным водосборам бассейна Вазузы, что является важным уточняющим фактором при детализации параметров подземного стока на изучаемой территории. В статье приводится характеристика геоморфологических, геологических и гидрогеологических условий данного района. В научных исследованиях подземного стока Вазузы были использованы космические фотоснимки.

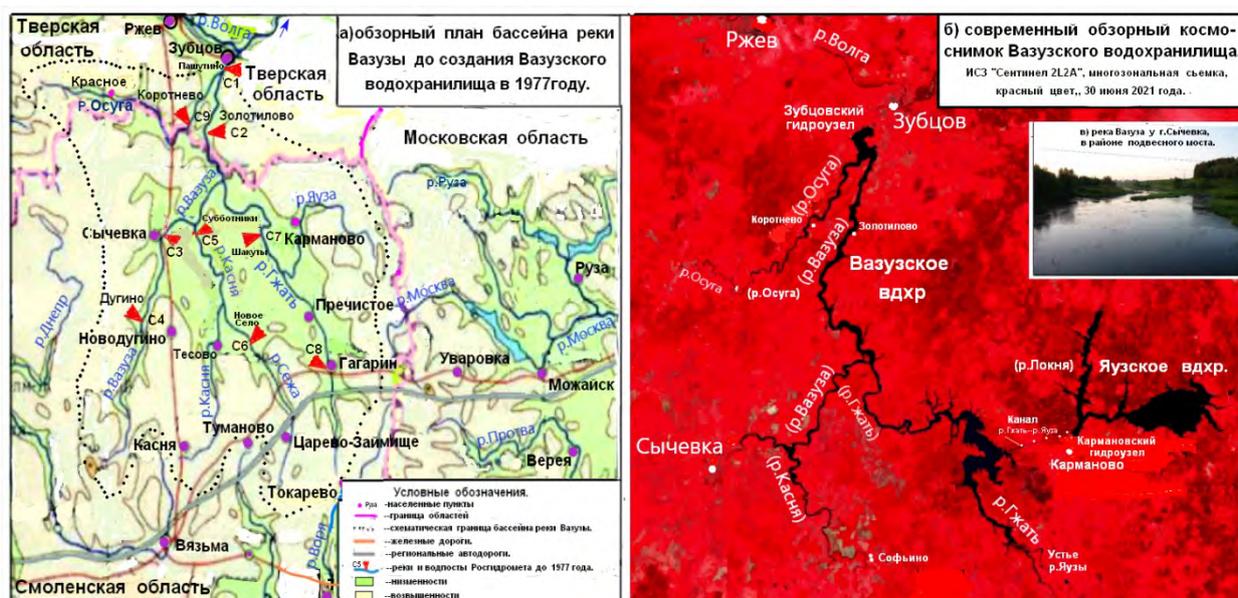


Рис. 1. Обзорный план бассейна реки Вазузы до создания Вазузского водохранилища в 1977 году (а); и современный космический снимок Вазузского водохранилища, многозональная съемка от 30 июня 2021 года, ИСЗ «Сентинел-2L2A» (б); фото реки Вазузы у г.Сычевка, в районе подвесного моста (в).
Примечание. Подпор от Зубцовской плотины Вазузского вдхр. распространяется до следующих створов: на р. Вазуза – до устья р.Лосмина, в 5км ниже г.Сычевка; на р.Гжать – до устья р. Яуза и выше по течению; на р. Касня – до створов ниже устья р.Сежа; на р.Осуга – до створов ниже ж/д моста, у д.Мясищево (рис.1 б)

Подземный и минимальный меженный сток рек в бассейне Вазузы до создания Вазузского водохранилища в 1977 году.

Известно, что после заполнения Вазузского водохранилища, которое в настоящее время имеет площадь водосбора – 6890 км², и состоит из ряда протяженных, но узких плесов – Вазузского, Гжатского, Каснинского, Осугского заливов, общей площадью – $S_{\text{общ}}=97\text{км}^2$ (рис.1), стало невозможным применять гидрометрический метод оценки подземного притока на отдельных участках рек этого бассейна. Поэтому в этой работе для решения наших задач были использованы старые материалы наблюдений за меженным минимальным стоком на водпостах Росгидромета, действующих до 1977 года, когда Вазуза являлась незарегулированной рекой. В этот период, с 1975 года действовал в/п с.Дугино, который существует и в настоящее время, а также проводились гидрологические наблюдения на ныне закрытых гидропостах УГМС: р. Вазуза – в/п д.Золотилово и в/п г.Сычевка; р.Гжать – в/п д.Шакуты; р.Касня – в/п с.Субботники, р. Осуга – в.п. д. Коротнево (рис.1). Первоначально отдельные расчетные характеристики подземного и минимального стока рек по этим пунктам водных наблюдений (табл.1), были заимствованы из ранее опубликованных

отчетов, справочников и ежегодников Росгидромета и Государственного гидрологического института, С.-Петербург [8, 9, 10]. Затем эти гидрологические данные были использованы в наших расчетах подземного стока для отдельных частных водосборов реки Вазузы (табл. 2, 3). Как известно, минимальный зимний 30-дн. сток, вплоть до 80-х годов прошлого века, являлся мерой оценки подземного притока, наряду с данными подземного стока рек, полученных методом расчленения гидрографа [9, 10]. В нашей работе были представлены два варианта этих характеристик подземного стока рек бассейна Вазузы, которые были близкими по своим значениям до 1980 года (табл.1). В процессе наших исследований были детально проанализированы данные меженного стока на р.Вазузе в отдельных пунктах гидрологических наблюдений: в/п с.Дугино и в/п г.Сычевка (среднее течение), и в/п д.Золотилово (нижнее течение), а также на ее крупных притоках – р.Гжать и р.Касня, за 1970,1975,1976 гг., т.е. за годы перед заполнением Вазузского водохранилища (рис. 2, 3). Было установлено, что реки этого бассейна в периоды низкого стока этих лет характеризуются расходами воды, обеспеченностью $P=50,75,95\%$ [4]. При анализе совмещенных гидрографов за 1970 год, построенных

для р. Вазузы – в/п д.Золотилово, и основным ее притокам: р.Гжать – в/п д.Шакуты и р.Касня – в/п с.Субботники; а также составленных для р.Вазузы: в/п д.Золотилово и в/п с.Дугино, за 1975 год, выясняется, что в верхнем створе Вазузы у с. Дугино, а также на малых реках – Гжати и Касни, кривая изменения расходов воды в меженный период имеет более сглаженный характер, чем в нижнем течении р.Вазузы у д. Золотилово (рис. 2а, 2б). По-видимому, это связано с более стабильными условиями подземного питания в меженный период на этих малых реках, а также в верхней и средней частях Вазузы, чем в низовьях вазуского водотока, которые могут быть благоприятными – р.Вазуза у с.Дугино и у г.Сычевки, и не совсем таковыми – р.Гжать, р.Касня, р.Сежа. Детально геоморфологические, геологические, гидрогеологические условия описываемого района, влияющие на интенсивность подземного притока в реки, описаны в следующей главе. В процессе проведения наших исследований были отмечены высокие значения минимального зимнего стока на р.Вазуза – в/п с.Дугино, которые представлены в последней монографии ГГИ, 2015г. [8], где площадной модуль стока равнялся: $g^s=3$ л/с км² (табл. 1). Но эти данные не были использованы нами по следующим причинам. Во первых, расчетный период наблюдений на этом водпосту был удлинен на 30 лет – с 1980 по 2010 годы, в течении которых, из-за глобального потепления климата произошло значительное увеличение средних параметров минимального зимнего стока – почти в 1.5-2 раза, если судить по ближайшим волжским притокам – р.р. Молога и Тьма (рис.4). Во-вторых, в настоящее время проходит научная дискуссия, может ли минимальный зимний сток в современный период, служить мерой оценки подземного стока рек? [1]. В конечном итоге для характеристики подземного стока р.Вазузы в створе в/п с. Дугино, были использованы ежедневные расходы воды в низкую летне-осеннюю межень 1975, 1976 годов, $P=50,75\%$ обеспеченности, опубликованные в гидрологических ежегодниках УГМС [4]. По нашим расчетам средние площадные и линейные параметры подземного стока на р.Вазуза – в/п с.Дугино, до 1977 года, составляют: $g^s=1,7-1,8$ л/с км², $g_{лин.} \sim 20$ л/сек на 1 км. (рис. 3).

Наряду с анализом минимального зимнего и подземного стока рек в пунктах

гидрологических наблюдений, в нашей работе были проведены его расчеты по частным водосборам Вазузы, приуроченных к следующим ее участкам: 1) исток – в/п д.Золотилово ($L=138$ км), исключая реку Гжать – устье, р. Касня – в/п с.Субботники, и р.Лосмина – устье; 2) в/п г.Сычевка – в/п д.Золотилово ($L=50$ км), без учета меженного стока этих трех больших притоков (табл.2,3). Кроме этого, на р.Вазузе был выделен участок №3: в/п с.Дугино – в/п д.Золотилово ($L=73$ км), где также исключались р.Гжать – устье, р.Касня – в/п с.Субботники и р.Лосмина – устье (рис.3). Но в этом случае, при проведении расчетов подземного стока на этом отрезке Вазузы были использованы ежедневные расходы воды за летне-осеннюю межень 1975, 1976 годов, опубликованные в Гидрологических ежегодниках за эти же годы [4]. В отдельные меженные периоды этих лет минимальный водный сток этой реки соответствовал $P=50,75,95\%$ обеспеченности расчетного подземного стока. Основными характеристиками подземного и минимального зимнего стока в нашей работе являлись площадные и линейные модули подземного стока, g^s л/с км² и $g_{лин.}$ л/сек на 1 км, $P=50\%$ обеспеченности. В процессе наших исследований были выявлены следующие **закономерности распределения его параметров на данной территории**:

1. Если р. Вазузу рассматривать полностью со всеми ее притоками, то данная река характеризуется невысокими величинами подземного и минимального зимнего сток, в частности площадной модуль стока здесь равен: $g^s < 1$ л/с км², (табл.1,2). Но в том случае, когда полностью исключаются маловодные речные притоки – р.Гжать, р.Касня, р.Лосмина, и при этом частный водосбор Вазузы уменьшается до узкого длинного контура, включающего ее долину, средней шириной 8-10 км, то эти гидрологические показатели по площади этого малого бассейна возрастают до повышенных значений: $g^s \sim 2$ л/сек км² (табл. 2, 3; рис.3). В то же время линейные модули разгрузки подземных вод на всем протяжении р.Вазузы являются не очень высокими и составляют: $g_{лин.} \sim 20$ л/сек на 1 км (табл. 1, 2, 3; рис. 3).

2. Малые реки бассейна Вазузы, в частности реки Осуга, Гжать, Касня, Сежа, Яуза и т.д., характеризуются низкими значениями минимального зимнего и подземного стока, где площадной модуль подземного стока равен: $g^s=0.3-$

0.7 л/с км² (табл.1). Основными причинами их низкого стока в меженный период являются неблагоприятные гидрогеологические условия: большая мощность четвертичного чехла при малой глубине эрозионного вреза русла и долины этих малых водотоков (не более 30 м) и преобладание в этой верхней грунтовой толще слабодопроницаемых глинистых моренных отложений, которые не способствуют инфильтрации атмосферных осадков и вертикальному водообмену из нижних водоносных горизонтов. Также на уменьшение водного стока больших рек – притоков Вазузы, в частности р.Гжати, которая было судоходной в 17-18 веках в весенний период, повлияла активная хозяйственная деятельность на территории бассейнов этих рек в последние два столетия: вырубка лесов, распашка земель, строительство дорог, разработка песчаных и глиняных карьеров, устройство мелких прудов и «копаней». Об этом указывал в своей работе известный

русский геолог и почвовед, уроженец этих мест, Докучаев В.В., еще в 1873 году [5]. Имеющиеся гидрохимические материалы по данному району свидетельствуют о существующей разгрузке подземных вод в р. Осуга и р.Вазуз, в их нижнем течении [3, 4]. Согласно этим данным, гидрохимические показатели русловых вод в меженный период до 1977 года на реках Осуга и Вазуза на водпостах у д.Коротнево и д.Золотилово. были близкими ($M_{\text{общ.}} \sim 0,5$ г/л). Общая минерализация подземных вод в этом районе составляет: $M_{\text{общ.}} = 0,6-0,7$ г/л. Изданные карты гидроизопьез верхних подземных водоносных горизонтов, где их гидравлические напоры превышают урезы воды в низовьях этих рек, также подтверждают эту версию [2]. Для большего ее обоснования необходимо провести здесь измерения температуры и электропроводности речных вод, зависящей от химизма этих природных вод.

Таблица 1

Среднемноголетний минимальный зимний 30-суточный и подземный сток на реке Вазуза и ее притоках, по данным Государственного гидрологического института, 1974, 1980, 2015 гг.

Река, водпост	№ вод-поста на рис.1	L до устья, км	Площадь водосбора км ²	Период наблюдений, годы	Среднемноголетний минимальный зимний 30-дн. сток и подземный сток (знаменатель). Расход воды, Q м ³ /с и площадью модуль стока, g ^с л/с км ²										
					Приведенный к многолетним значениям					Обеспеченность, Р%					
					50%		75%		95%						
Q м ³ /с	g ^с л/с км ²	Q м ³ /с	g ^с л/с км ²	Q м ³ /с	g ^с л/с км ²	Q м ³ /с	g ^с л/с км ²	Q м ³ /с	g ^с л/с км ²	Q м ³ /с	g ^с л/с км ²				
р.Вазуза, в/п д.Пашутино	С1	5	6840	1967-1970гг.	6,41	0,94*	5,9*	0,86*	-	-	-	-	-	-	-
р.Вазуза, в/п д.Золотилово	С2	24	5510	1948-1976гг	5,39 / 5,01	0,98 / 0,91	4,96 / 4,6	0,90 / 0,8	3,99 / 3,8	0,72 / 0,7	3,16 / 3,2	0,57 / 0,6			
р.Вазуза – в/п г.Сычевка	С3	74	878	1967-1970гг.	1,86*	2,12*	1,8*	2,05*	(1,6*)	(1,8*)	(1,3*)	(1,5*)			
р.Вазуза, в/п с.Дугино	С4	97	734	1975-2010гг.	2,27	3,1	2,2	3,0	1,78	2,4	1,28	1,7			
р.Касня, в/п с.Субботники	С5	уп 8,4	1420	1957-1976гг	1,14	0,80	0,94	0,66	0,66	0,46	0,42	0,30			
р.Сежа, в/п д.Нов.Село	С6	уп 21	375	1952-1981гг.	0,24	0,64	0,18	0,48	0,13	0,35	-	-			
р.Гжать, в/п с.Шакуты.	С7	уп 39	1900	1957-1971гг.	1,31	0,69	0,90	0,47	0,64	0,34	0,57	0,30			
р.Осуга, в/п д.Коротнево	С9	уп 13	1230	1957-1976гг.	0,51 / 0,55	0,41 / 0,45	0,3 / 0,47	0,25 / 0,4	0,26 / 0,3	0,21 / 0,26	0,25 / 0,2	0,2 / 0,16			

Примечание. 1) данные по минимальному зимнему 30-дн.стоку и подземному стоку были взяты из справочников и отчетов ГГИ, 1974,1980,2015гг. [8, 9, 10]; 2) период наблюдений, использованный при расчете подземного стока по р.Вазуза – в/п д.Золотилово, и р.Осуга – в/п д.Коротнево, был взят по 1972 год, согласно отчета ГГИ, 1974 г. [9]; 3) 6,41* м³/сек – данные по р.Вазуза, в/п д.Пашутино и в/п г.Сычевка, представлены за период наблюдений 1967-1970 годы, согласно отчета ГГИ, 1980 г. [10], когда минимальные 30-дн. расходы воды зимней межени были близкими к ее норме, также как на соседнем крупном волжском притоке – р.Молога, в/п Ильичино (F=411км²), и в/п Сласс-Забережье (F=10200км²); 4) 3 графа: L_y до устья, км: уп 39 – расстояние от водпоста на реке-притоке до устья этого водотока; 5) общая площадь водосбора крупных притоков Вазузы: р.Гжать – F=2370 км²; р.Касня – F=1480км²; р.Лосмина – F=421 км²; 6) на участке Вазузы: исток-в/п г.Сычевка, линейный модуль минимального зимнего стока (p=50%) равен: 20 л/с на 1км, или 1,8 м³/сек на 88 км; 7) расчеты минимального зимнего 30-дн. стока не были проведены по ныне действующим и ранее закрытым водпостам: а) р.Гжать – в/п г.Гагарин (F=406км², L_y =88км); б) р.Гжать-в/п г.Гжатск (F=418км², L_y =80км); в) р.Гжать- в/п д.Кормино (F=484км², L_y =76км); г) р.Касня – в/п с.Тесово (F=491км², L_y =42км); д) р.Осуга – в/п д.Красное (F=510км², L_y =71км)

Таблица 2

Среднемноголетний минимальный зимний 30-суточный сток реки Вазуза, на участке: исток – в/п Золотилово, включая ее притоки: р.Касня – в/п с.Субботники, р.Гжать – устье, и р.Лосмина – устье

Река, водпост, гидроствор	№ вод-поста на рис.1	L _у до устья, км	Площадь водосбора, F км ²	Период наблюдений, годы	Среднемноголетний минимальный зимний 30-дн. сток.			
					Расчетные расходы воды, Q _{м³/с}			
					Приведенный к многолетним значениям	Обеспеченность, P %		
р.Вазуза, в/п д.Золотилово	С 2	24	5510	1948-1976гг.	5,39	4,96	75%	95%
р.Лосмина – устье	С 10	69	421	–	у(0,3)	у(0,25)	у(0,2)	у(0,1)
р.Касня, в/п с.Субботники	С 5	уп 8,4	1420	1957-1976гг.	1,14	0,94	0,66	0,42
р.Гжать, в/п с.Шакуты и устье (у – знаменатель)	С 7	уп 39	1900 / у 2370	1957-1971гг.	1,31 / у(1,6)	0,90 / у(1,1)	0,64 / у(0,8)	0,57 / у(0,7)
Участок р.Вазузы: исток – в/п д.Золотилово, включая р.Гжать, р.Касня, р.Лосмина.	С 2 – С 10 – С 5 – С 7 (у)	Длина участка, L-138км	ΔF= 1300	–	ΔQ=(2,4); g ^{об} =(1,8) л/с км ² ; g ^{лит} =(17) л/с на 1км	ΔQ=(2,7); g ^{об} =(2,1) л/с км ² ; g ^{лит} =(20) л/с на 1км	ΔQ=(2,3); g ^{об} =(1,8) л/сек км ² ; g ^{лит} =(17) л/с на 1км	ΔQ=(1,9); g ^{об} =(1,5) л/сек км ² ; g ^{лит} =(14) л/с на 1км

Примечание. 1) в расчетах использованы данные ГГИ, 2015год [8]; 2) L_у, км =уп 8,4 – расстояние от водпоста до устья реки-притока, км; 3) g^{об} л/с км² и g^{лит} л/с на 1км – площадной и линейный модули минимального зимнего стока; 4) у(0,3) – параметры минимального зимнего стока по р.Лосмина – устье, F=421 км², определялись по аналогии с соседними притоками Вазузы: р.Гжать, р.Касня, р.Сежа, т.к. сведения по меженному стоку этой реки отсутствуют; 5) у(1,6) – минимальные зимние расходы воды на р.Гжать – устье, F=2370 км², определялись по площадному модулю стоку на р.Гжать – в/п д.Шакуты, F=1900км²

Таблица 3

Среднемноголетний минимальный зимний 30-суточный сток реки Вазуза, на участке: в/п г.Сычевка – в/п д.Золотилово, исключая ее притоки: р.Касня – в/п д.Субботники, р.Гжать – устье, и р. Лосмина – устье

Река, водпост, гидроствор	№ водпоста на рис.1	L _{уд} до устья, км	Площадь водосбора, F км ²	Период наблюдений, годы	Среднемноголетний минимальный зимний 30-дн. сток.		
					Приведенный к многолетним значениям.	Расчетные расходы воды, Q _м ³ /с	
					50%	75%	95%
р.Вазуза, в/п д.Золотилово	С 2	24	5510	1948-1976гг	4,96	3,99	3,16
р.Вазуза-в/п г.Сычевка	С3	74	878	1967-1970гг.	1,8	(1,6)	(1,5)
р.Лосмина – устье	С10	69	421	-	у(0,25)	у(0,2)	у(0,1)
р.Касня, в/п с.Субботники	С 5	уп 8,4	1420	1957-1976гг	0,94	0,66	0,42
р.Гжать, в/п с.Шакуты и устье (у-знаменатель)	С 7	уп 39	1900 / у 2370	1957-1971гг.	0,90/у(1,1)	0,64/у(0,8)	0,57/у(0,7)
Участок р.Вазузы: в/п г.Сычевка – в/п д.Золотилово, исключая р. Гжать, р.Касня, р.Лосмина	С 2 – С3 – С10 – С 5 – С7(у)	Длина участка, L-50 км	ΔF= 421	-	ΔQ=(0,9); g ^с =(2,1) л/с км ² ; g _{лин.} =(18) л/с на 1км	ΔQ=(0,7); g ^с =(1,7) л/сек км ² ; g _{лин.} =(14) л/с на 1км	ΔQ=(0,6); g ^с =(1,4) л/сек км ² ; g _{лин.} =(12) л/с на 1км

Примечание. 1) расчеты проведены по данным ГТИ,1980,2015гг.[8,10]; 2) g^с л/с км² и g_{лин} л/сек на 1км – площадной и линейный модули минимального зимнего стока; 3) водные расчеты по р.Лосмина проведены по аналогии с реками Гжать, Касня, Сежа (табл.1); 4) минимальные зимние расходы воды на р.Гжать – устье F = 2370км², определены по площадному модулю стоку на р.Гжать – в/п д.Шакуты, F=1900 км²

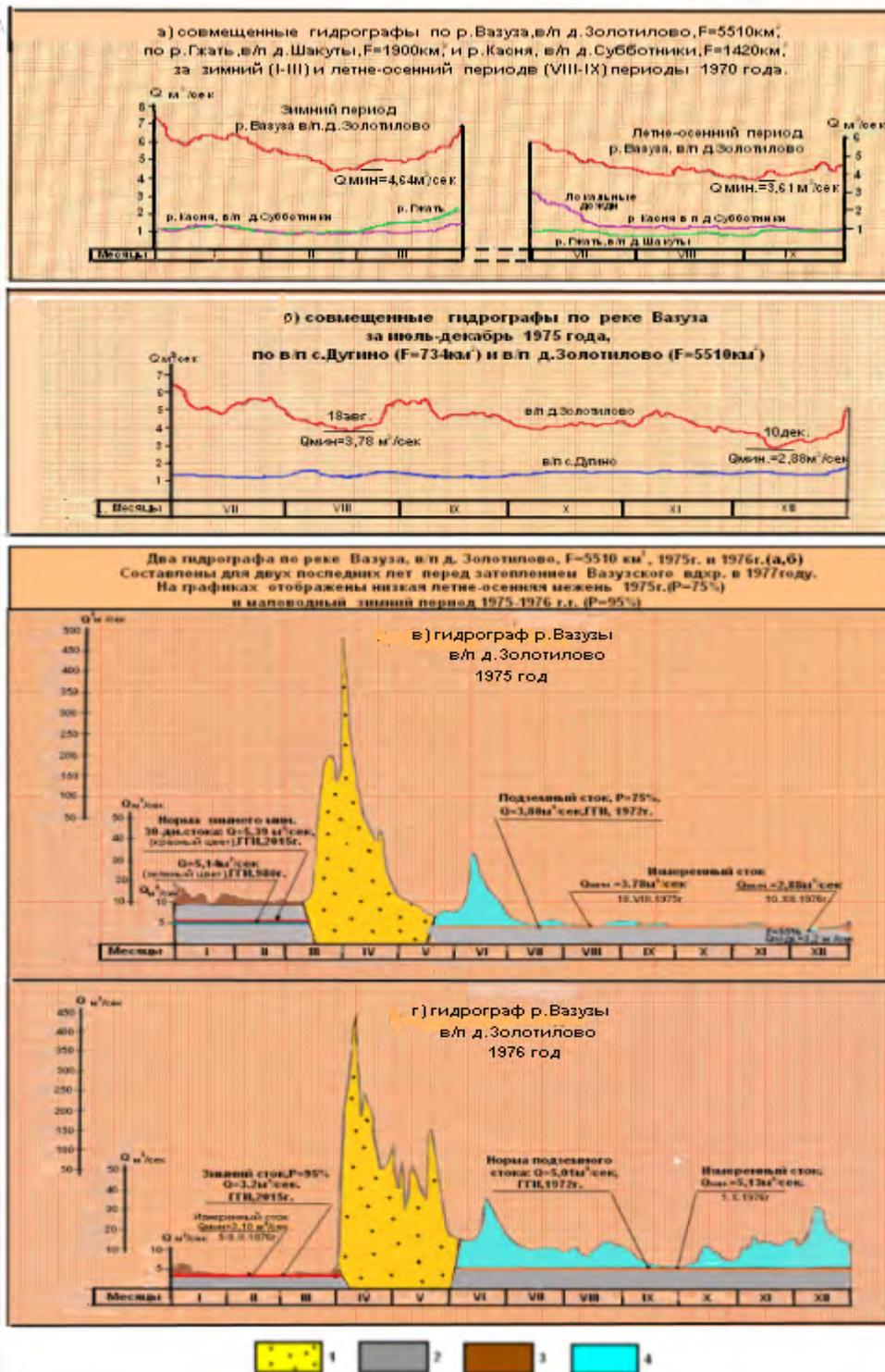


Рис. 2. Гидрографы по р.Вазуза и ее притокам: а-совмещенные гидрографы по р. Вазуза – в/п д.Золотилово и по ее притокам: р.Гжать – в/п д.Шакуты и р. Касня – в/п д.Субботники, за зимнюю и летне-осеннюю межень 1970 года ; б – совмещенные гидрографы по р. Вазуза, в/п Дугино, и в/п д.Золотилово, за меженный период: июль-декабрь 1975 года ; в, г – годовые гидрографы р.Вазузы, в/п д. Золотилово, F=5510 км², за 1975 и 1976 годы, с указанием норм подземного и зимнего минимального 30-дн.стока [8, 9, 10]. Условные обозначения: 1 – сток весеннего половодья; 2 – подземный сток; 3 – зимние оттепели; 4 – дождевой сток

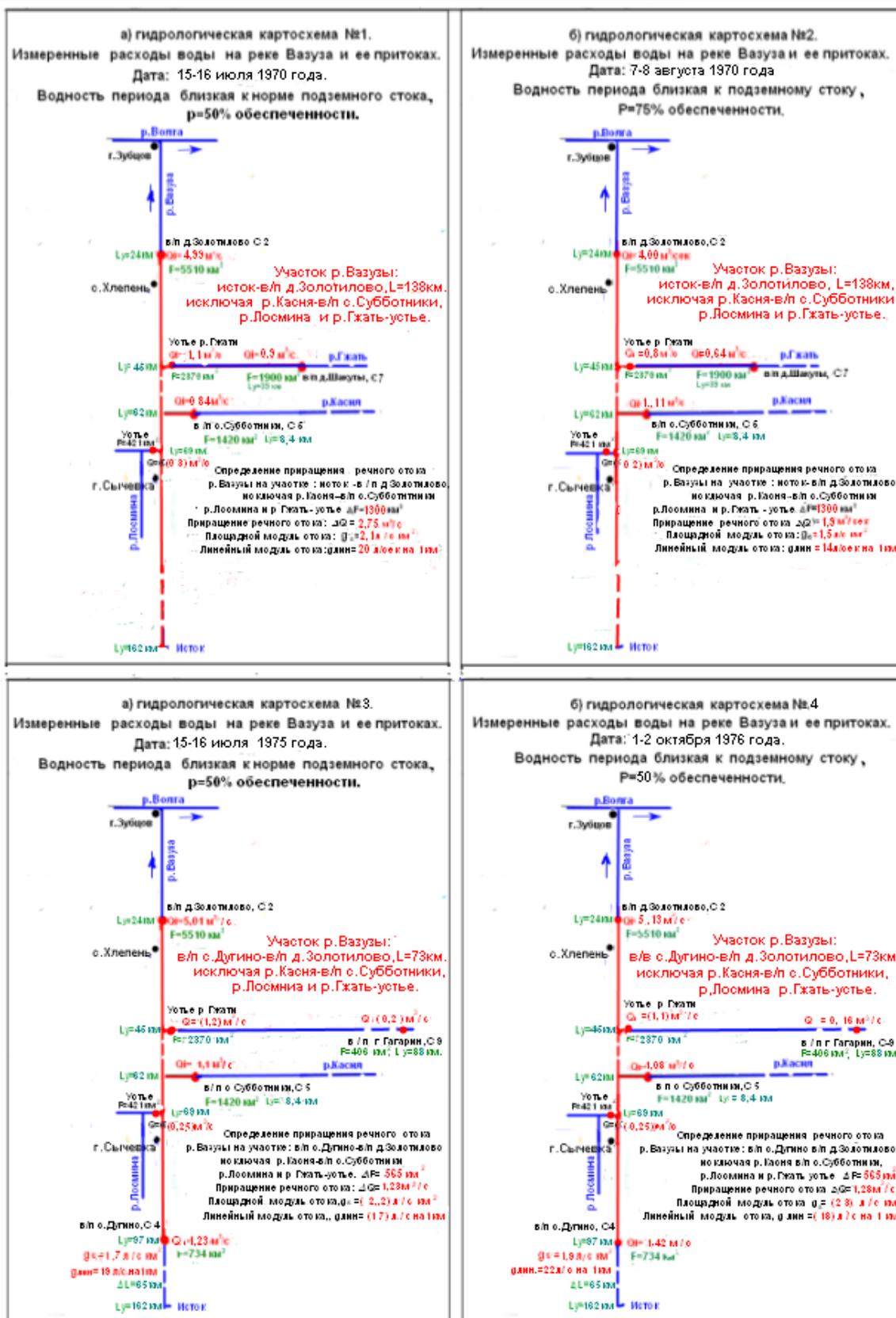


Рис. 3. Гидрологические картосхемы №1 и №2, №3, №4. Измеренные расходы воды на р. Вазуза и ее притоках в летне-осеннюю межень разных лет на следующих участках, с указанием дат проведения гидрометрических работ: участок №1) исток – в/п д.Золотилово, L=138км: а) 15-16 июля 1970г., P=50% ; б) 7-8 августа 1970г., P=75%; участок №2) в/п с.Дугино – в/п д.Золотилово: в) 15-16 июля 1975г., P=50%; г) 1-2 октября 1976г., P=50%

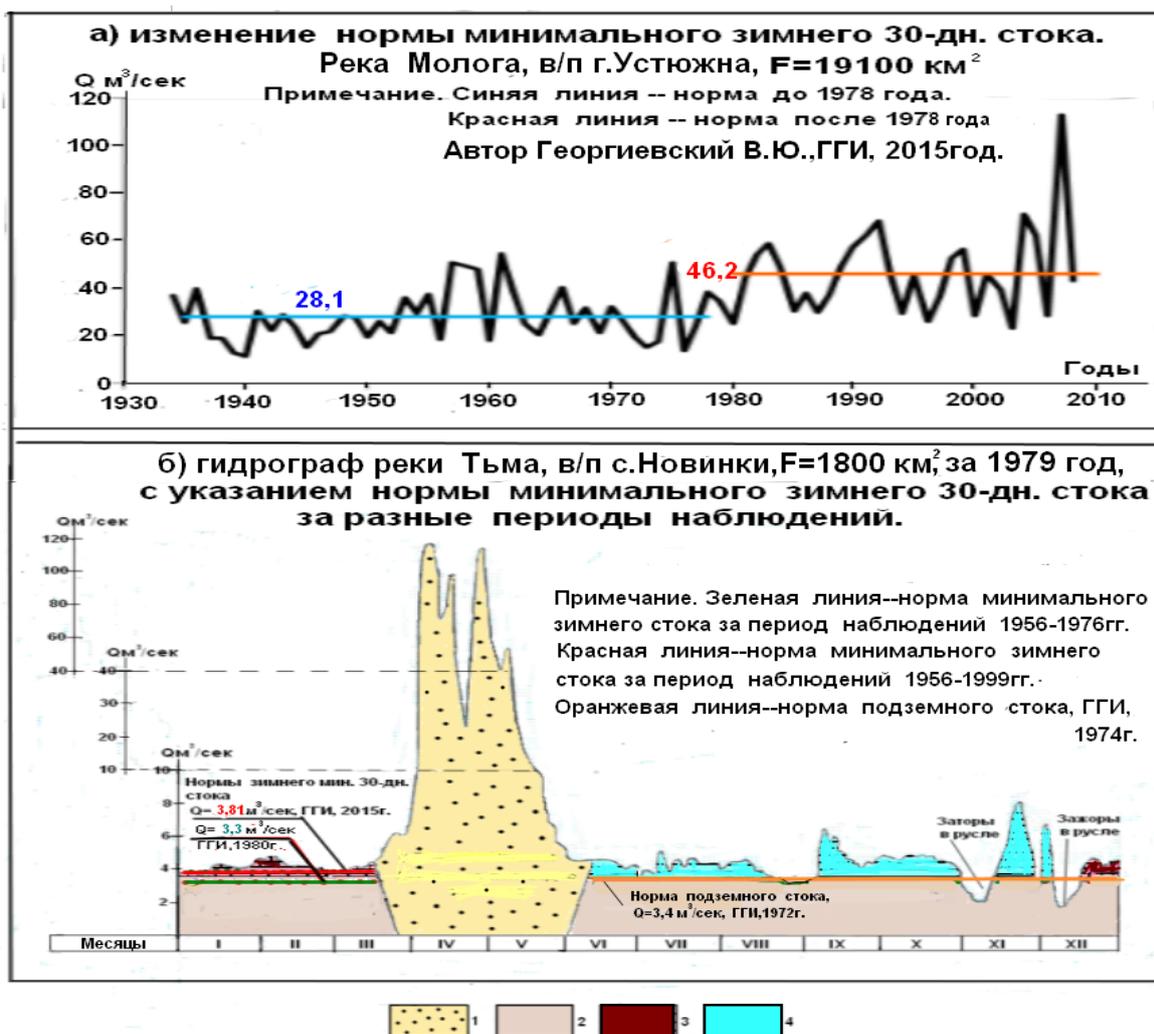


Рис. 4. Изменение нормы минимального зимнего 30-дн.стока за последние 30-40 лет на двух соседних крупных волжских притоках: р.Молога и р.Тьма: а) график изменений нормы минимального зимнего стока по р. Молога – в/п г.Устюжна, за период 1934-2008годы. Автор Георгиевский В.Ю., ГГИ, 2015г. [8]; б) гидрограф р. Тьмы – в/п с. Новинки, за 1979 год, где отмечены подземный сток и последние изменения минимального зимнего стока. Условные обозначения: 1 – сток весеннего половодья; 2 – подземный сток; 3 – зимние оттепели; 4 – дождевой сток

Геоморфологические, геологические и гидрогеологические условия исследуемого района.

Описываемый район характеризуется удовлетворительной геоморфологической, геологической и гидрогеологической изученностью (рис. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11). На данной территории расположена Гжатско-Вазузская аллювиально-зандровая низина и Кармановско-Темкинская моренная равнина – в верхней и средней частях бассейна Вазузы, а также Волжско-Вазузская моренно-зандровая равнина – в нижнем течении Вазузы и Осуги. При этом на фоне этого равнинного рельефа в этом районе существует система холмов и гряд, и возвышенностей, которые заполняют широкие междуречья в верховьях Гжати, Касни и Вазузы. Осадочный

чехол в верхней и средней части бассейна р. Вазузы сложен каменноугольными терригенными и карбонатными отложениями нижнего карбона (рис. 6, 7). В низовьях Вазузы и вблизи р.Волги, а также на восточной окраине вазузского речного бассейна (верховье р.Яузы и район восточнее г.Гагарина), в верхней части разреза появляются известняки и глины среднего карбона (рис. 5, 6, 11). Покров рыхлых четвертичных отложений, подстилающий карбонатные породы, представлен ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями в основном московского оледенения (рис. 8, 9). В четвертичной толще преобладают глины и суглинки, реже встречаются песчаные слои малой мощности (рис. 8, 9, 10). В пределах зандровых равнин в верхней части разреза присутствуют

флювиогляциальные пески, мощностью до 2-3 м, залегающие на глинистых породах и местами прикрытые суглинками. Мощность четвертичных отложений на данной территории весьма изменчива, но на водоразделах Вазузы и рек-притоков бывает довольно значительной – более 50 м., в нижней части ее бассейна сокращается от 40 до 5 м (рис. 10). Как известно, до затопления р. Вазузы, ее русло и пойма в среднем и нижнем течении были порожистыми, устланы обломочными породами [6]. В районе г.Сычевки, в узкой долине Вазузы, в цоколе надпойменных террас отмечено залегание каменноугольных известняков, вскрываемые руслом реки и которые хорошо заметны на береговых обнажениях [6]. В других местах, по берегам рек – р.Вазуза у с.Линец, р.Гжать у д.Листратово и т.д., также наблюдаются выходы известняков на дневную поверхность (рис.10 б). Детальное описание геологических обнажений, в т.ч. выходов известняков карбона, по берегам рек Вазузы, Гжати, Сежи, выполнил еще в далеком 1874 году известный российский почвовед и геолог Докучаев В.В. [6]. В низовьях р.Вазузы и р.Осуга в пределах их русла отмечены значительные отложения песка, щебня и гравия, перекрывающие известняки карбона. На р.Осуга, в ее нижнем течении, у д.Мясищево, вблизи прибрежной зоны, выявлены большие залежи песчано-гравийного сырья, где открыто несколько карьеров по их разработке. Как известно, территория бассейна р.Вазузы по гидродинамическим условиям и формированию подземных вод входит в Московский артезианский бассейн (МАБ). Согласно первого проведенного гидрогеологического районирования территории МАБ, выполненного в 1966 году Кравчинским Ф.И (ГУЦР, г.Москва), верхняя и средняя части бассейна Вазузы относится к III району, а остальная ее часть – к IV району [3]. При этом III гидрогеологический район располагается на южном склоне Московского артезианского бассейна и здесь развиты водоносные горизонты нижнего карбона. В основании этих отложений залегают глины малевского горизонта, являющиеся региональным водоупором. В пределах IV гидрогеологического района, который охватывает нижнюю часть бассейна Вазузы, верховье р.Яузы и территорию восточнее г.Гагарина, распространены водоносные горизонты среднего и верхнего карбона, залегающие под четвертичной толщей (рис. 6, 11). Известняки этих двух слоев карбона отделены верейскими

глинами. Водоносные горизонты и комплексы изучаемого района в разные годы имели небольшие отличия в своих названиях. Но в настоящее время используется гидрогеологическая классификация ФГУП «Гидроспецгеология» (рис. 11, примечание). По данным этой организации, в районе г.Зубцова в последние годы возникла небольшая депрессионная воронка подземных вод из-за значительного их водотбора.

Использование космических снимков в наших исследованиях.

В нашей работе нашли применение отдельные фотоматериалы различных космических съемок [7]. При их анализе было выявлено, что на обзорных летних многозональных, тепловых и радарных снимках по темному фототону отчетливо выделяются границы Вазузского водохранилища, которые определяются подпором от плотины Зубцовского гидроузла (рис. 1, 12, 13, 14 б,16). На тепловых космоснимках в зимний период, когда изменяется термический режим водоемов, и при этом температура их вод выше температуры окружающей земной поверхности, водная акватории Вазузского и соседнего Яузского водохранилищ выражена светлым фототонном (рис. 12 б). Как известно, в нашей природной зоне большинство крупных водоемов и рек на ИК-фотоснимках, в летний период, выделяются по преобладающему темному фототону, из-за значительного их подземного питания в этот период времени и скопления здесь больших водных масс, которые не так интенсивно прогреваются солнечной энергией в теплое время года по сравнению с другими элементами ландшафта. Но вместе с тем на Вазузском водохранилище, в летний сезон, на фоне одинаковых температур поверхностного слоя воды на большей части водной акватории, которое происходит из-за значительного перемешивания озерных вод, при наличии здесь малых течений, $V=1-2$ см/сек, в отдельных застойных зонах могут существовать локальные температурные аномалии, связанные с повышенным подземным притоком. На ИК-фотоснимках эти зоны отображаются еще более темным цветом, который может не фиксироваться нашим зрением. Для того чтобы выделить эти аномальные участки на ИК-космоснимках, необходимо провести их компьютерную обработку, которая заключается в разделении плотности фотона на несколько интервалов, соответствующих определенной температуре, и придания всему этому

разной окраске. Но в целом, использование космических снимков в нашей работе принесло положительные результаты. В частности, на обзорном космическом фотоснимке нижней части бассейна Вазузы, в пределах водных акваторий рек Осуги и Вазузы, были отмечены речные участки с песчаными грядами и побочными в виде небольших контуров белого или белесого цвета (рис. 14а). Данные русловые «новообразования» часто приводят к увеличению подруслового стока, который не определяется гидрометрическими методами. На другом летнем ИК-фотоснимке отмечено выклинивание грунтового водного потока, который первоначально движется под «телом» и в обход плотины Зубцовского гидроузла, в сторону Волги (рис. 15). Такие зоны выхода подземных вод наблюдаются на самой реке Вазузе – ниже плотины, и на ее притоке – р. Шешма, а также на небольшой низменности (депрессии) – на левом берегу р.Волги, ниже г.Зубцова, выше д.Пищалино (рис. 15а, 15в). Об этом же свидетельствует фотография реки Вазузы ниже Зубцовской плотины, где заметны выходы родников и высачивание грунтовых вод на фоне трещиноватых известняков в прибрежной речной зоне (рис. 15б). Следует также отметить, что на представленных многозональных, тепловых и радарных космоснимках, в пределах водных акваторий Вазузского и Яузского водохранилищ и вблизи них, заметны небольшие линейные структуры, пересекающие эти водоемы (рис.16). Возможно, что эти малые линеаменты как-то связаны с неотектонической активностью в этом районе, которая часто приводит к возникновению очагов повышенного подземного притока в реки и водоемы. В будущем на этих участках Вазузского водохранилища для подтверждения этой версии необходимо провести полевые термометрические, кондуктометрические и гидрохимические исследования.

Выводы.

В представленной работе параметры подземного стока по частным водосборам бассейна Вазузы определялись двумя способами: с учетом ранее опубликованных расчетных статистических параметров зимнего минимального 30-дн. стока (ГИ,1980г.,2015г.), а также с использованием ежедневных измеренных

расходов воды в летне-осеннюю межень 1970,1975, 1976 годов ($P=50,75$ % обеспеченности), на водпостах бассейна Вазузы. Причем площадные и линейные показатели подземного стока на отдельных участках Вазузы, по этим двум вариантам, были близкими по своим значениям. В конечном итоге было выявлено, что р. Вазуза на всем своем протяжении, включая ее крупные маловодные притоки – Гжать, р.Касня, р.Лосмина, до создания Вазузского водохранилища характеризовалась средними линейными показателями подземного притока, $g_{\text{лин}} \sim 20$ л/сек на 1 км. Площадные параметры подземного стока по территории отдельных частных водосборов значительно варьировали в разных частях бассейна Вазузы, от низких до высоких значений. Используя метод руслового водного баланса, было установлено, что река Вазуза в тот период имела высокие показатели подземного стока по площади своего водосбора только в узкой придолинной полосе, шириной 8-10 км, начиная от истока до устья, где его площадные модули стока составляли: $g^s \sim 2$ л/с км², но при условии исключения маловодных рек-притоков: р.Гжать, р.Касня и р.Лосмина. Можно утверждать, что в этой неширокой зоне, которая включает русло, пойму и долину р.Вазузы, происходит основная разгрузка подземных вод в бассейне Вазузы. На остальной его территории, как и в настоящее время, наблюдались преимущественно низкие площадные параметры подземного стока, $g^s \leq 0,7$ л/сек км², в том числе на вышеуказанных малых реках-притоках. Следует отметить, что в низовьях рек. Вазузы и Осуги – в районе водпостов с.Золотилово и д.Коротнево, возможно занижение измеренного меженного стока из-за увеличения здесь подруслового стока, вызванного здесь появлением больших песчаных толщ в донных отложениях этих рек. В будущем для более точного определения местоположения аномальных зон высокого подземного притока и участков повышенного подруслового стока, на реке Вазуза и Вазузском водохранилище, в летний период, необходимо провести измерения температуры и электропроводности воды придонных и поверхностных слоев озерных и речных вод по отдельным продольным и поперечным профилям.

Вспомогательные графические приложения.

I. Геологические карты и разрезы, используемые в этой работе.

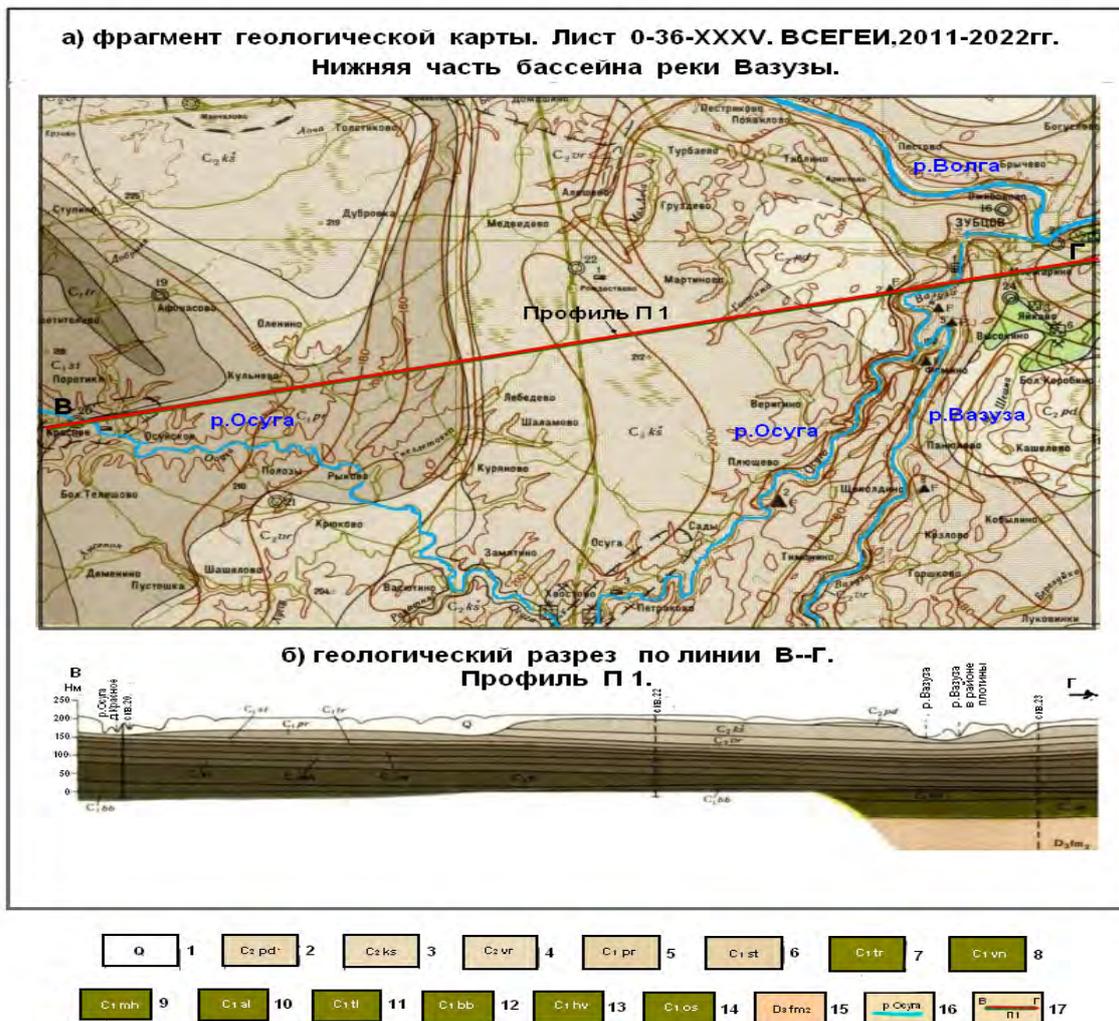


Рис. 5. Фрагмент геологической карты, охватывающий нижнюю часть бассейна реки Вазузы (а), лист 0-36-XXXV, ВСЕГЕИ, 2011-2022гг. [2], и геологический разрез к этой карте по линии В-Г, профиль П1 (б). Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения; 2 – подольский горизонт, известняки; 3 – каширский горизонт, известняки; 3 – верейский горизонт, глины; 5 – протвинский горизонт, известняки; 6 – стешевский горизонт, глины, мергели; 7 – тарусский горизонт, известняки; 8 – веневский горизонт, известняки; 9 – михайловский горизонт, известняки; 10 – алексинский горизонт, известняки; 11 – тульский горизонт, известняки; 12 – бобриковский горизонт, известняки; 13 – заволжский горизонт, хованский слой, доломиты, мергели, глины; 14 – заволжский горизонт, озерская толща, доломиты, мергели, глины; 15 – верхнедевонские отложения, верхнефаменский ярус, доломиты, с прослоями глин и мергелей; 16 – речная сеть до образования Вазузского водохранилища; 17 – геологический разрез по линии В-Г, профиль П1

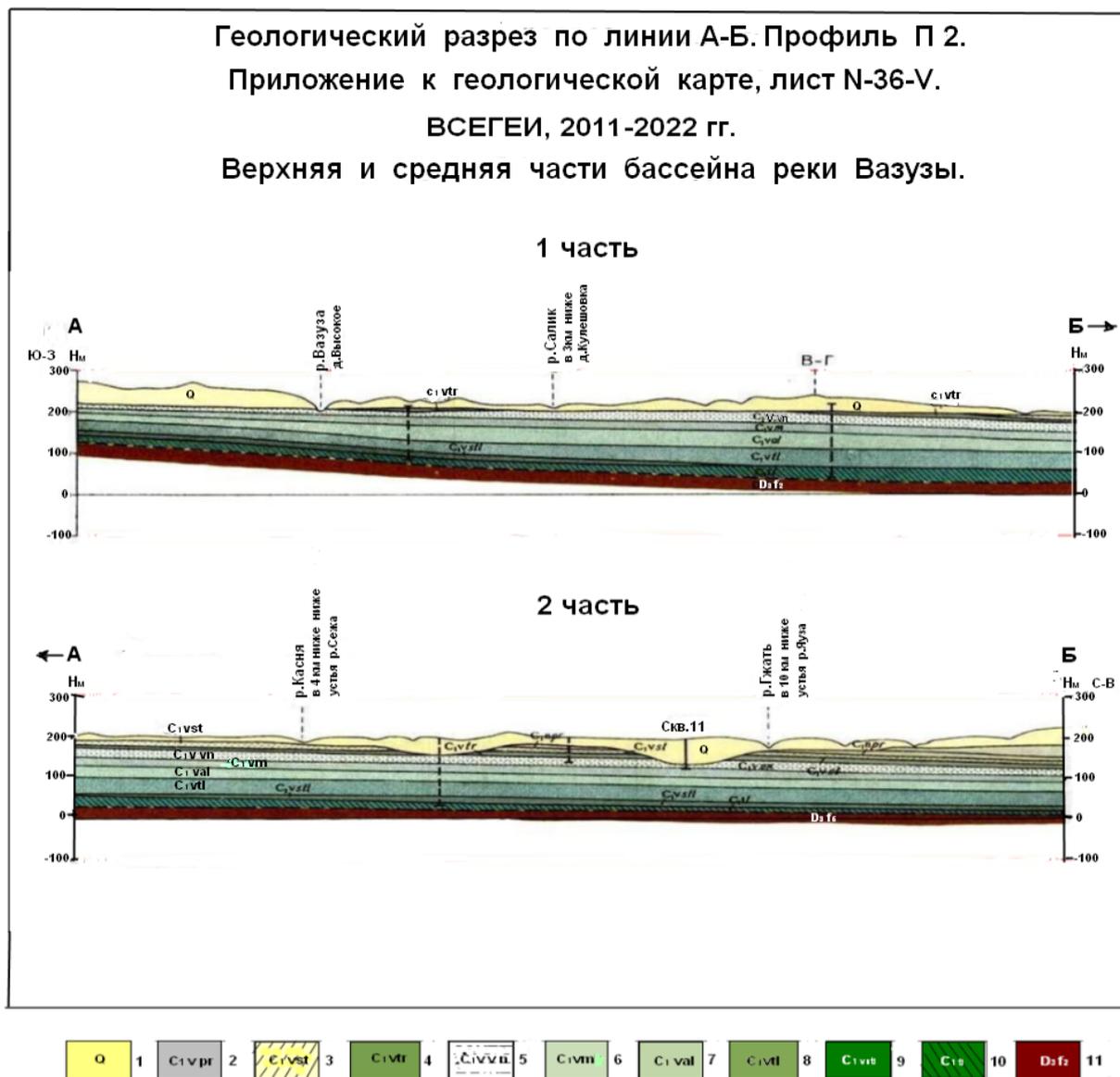


Рис. 7. Геологический разрез по линии А-Б. Профиль П 2 (2 части).

Приложение к карте дочетвертичных отложений, лист N-36-V, ВСЕГЕИ, 2011-2022 гг. [2].

- Условные обозначения: 1 – четвертичные отложения; 2 – протвинский горизонт, известняки; 3 – стешевский горизонт, глины; 4 – тарусский горизонт, известняки; 5 – веневский горизонт, известняки; 6 – михайловский горизонт, известняки; 7 – алексинский горизонт, известняки; 8 – тульский горизонт, глины, пески; 9 – сталиногорский горизонт, глины, пески; 10 – лихвинский подгоризонт, вверху – известняки, внизу – глины; 11 – девонские отложения, верхнефаменский ярус, доломиты с прослоями глин и мергелей

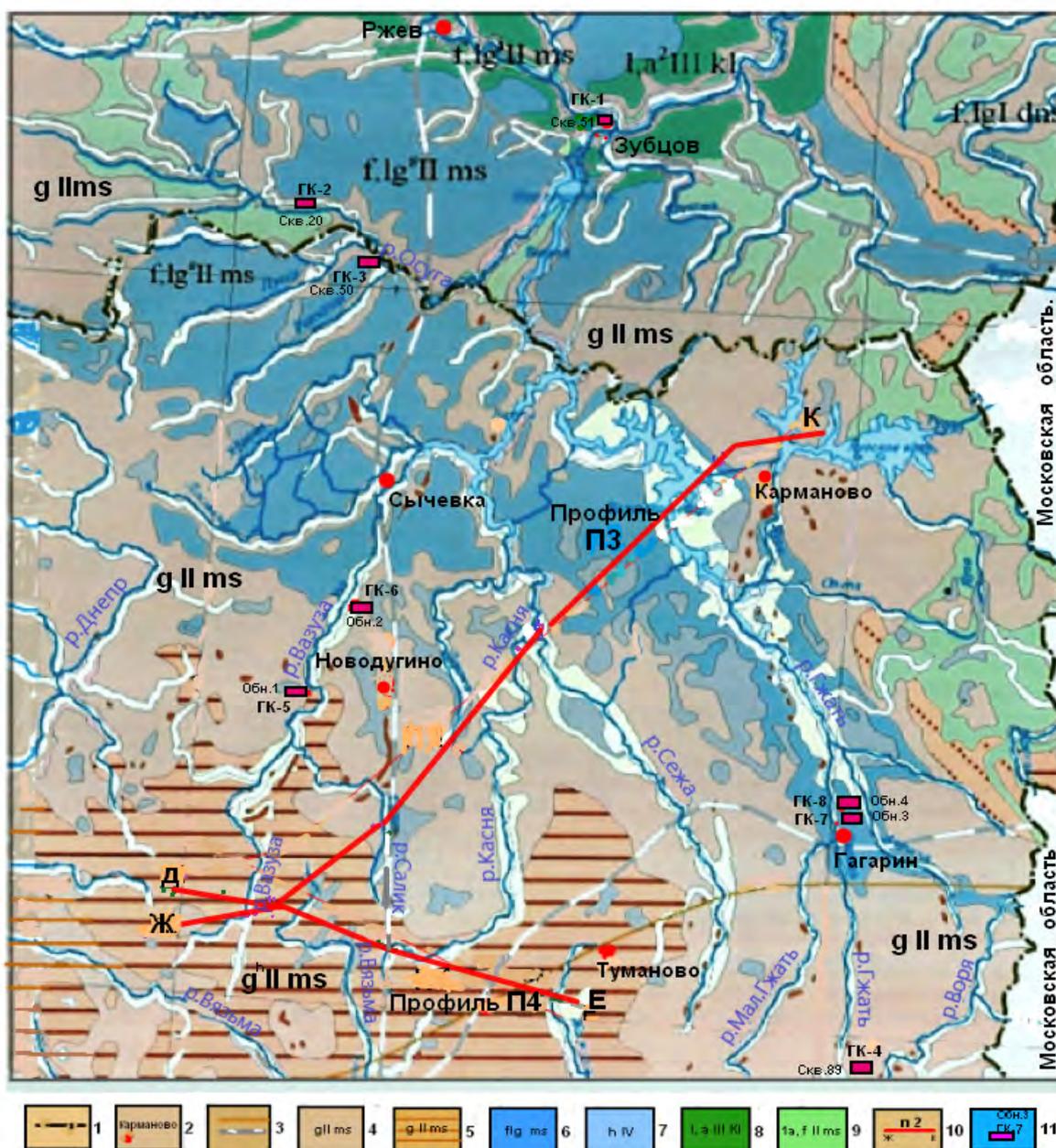


Рис. 8. Карта четвертичных отложений бассейна реки Вазузы. Составлена из фрагментов двух карт четвертичных отложений Смоленской и Тверской областей. ВСЕГЕИ, 2011-2022 гг. [2]. Условные обозначения: 1 – граница областей; 2 – населенные пункты; 3 – железные и автомобильные дороги. Литология: 4 – ледниковые отложения, московская морена, 5 – московский горизонт, нерасчлененный комплекс краевых ледниковых образований; 6 – московский горизонт, водноледниковые отложения времени наступания ледника; 7 – болотные отложения; 8 – валдайский подгоризонт, калининский горизонт. Аллювиальные и озерные отложения, пески; 9 – московский горизонт. Озерно-аллювиально-флювиогляциальные отложения; 10 – геологические разрезы по линиям Ж-К и Д-Е (профили П 3, П 4), нанесены согласно геологической карты четвертичных отложений, лист N-36-V, ВСЕГЕИ, 2011-2022 гг.; 11 – геологические колонки с указанием их общей нумерации – ГК 1-8: по отдельным скважинам – скв.№ 51,20,50,89 (данные ГУЦР, Москва, 1966г.), и береговым обнажениям – обн. №1-4 на реках Вазуза и Гжать (данные Докучаева В.В.С-Петербург, 1874г.)

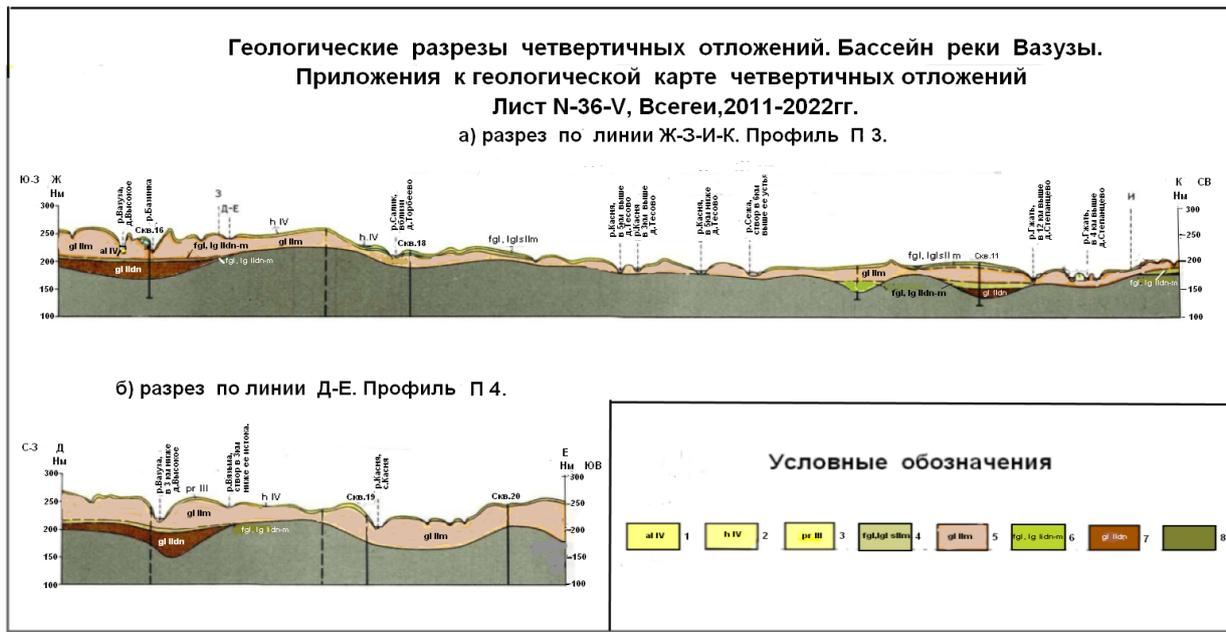


Рис. 9. Геологические разрезы по линиям Ж-К и Д-Е (профиля П 3, П 4), прилагаемые к карте четвертичных отложений, лист N-36-V. ВСЕГЕИ, 2011-2022гг. [2]. Их местоположение нанесены нами на обобщенную карту четвертичных отложений Смоленской и Тверской областей (см. рис.8).

Условные обозначения: 1 – современные аллювиальные отложения. Пески, суглинки, глины; 2 – болотные отложения. Торф; 3 – покровные отложения водоразделов. Суглинки; 4 – нерасчлененный комплекс водноледниковых отложений. Супеси, пески; 5 – морена московского оледенения. Суглинки со щебнем и валунами; 6-водноледниковые отложения московского и днепровского оледенений. Пески, глины; 7 – морена днепровского оледенения. Суглинки со щебнем и валунами; 8 – дочетвертичные отложения

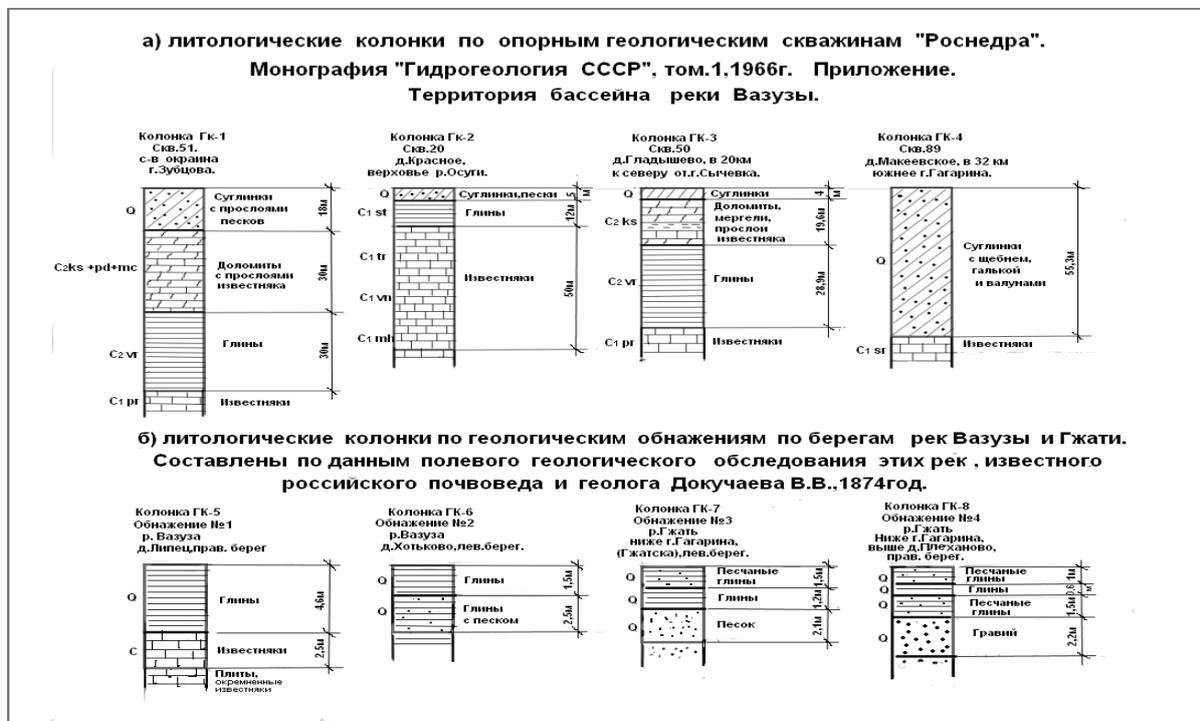


Рис. 10. Литологические колонки по отдельным опорным геологическим скважинам расположенных в пределах бассейна реки Вазузы (а), и геологические колонки по нескольким береговым обнажениям горных пород на реках Вазуза и Гжать (б), составленные по данным ГУЦР, Москва, 1966г. и Докучаева В.В., С-Петербург, 1874 год

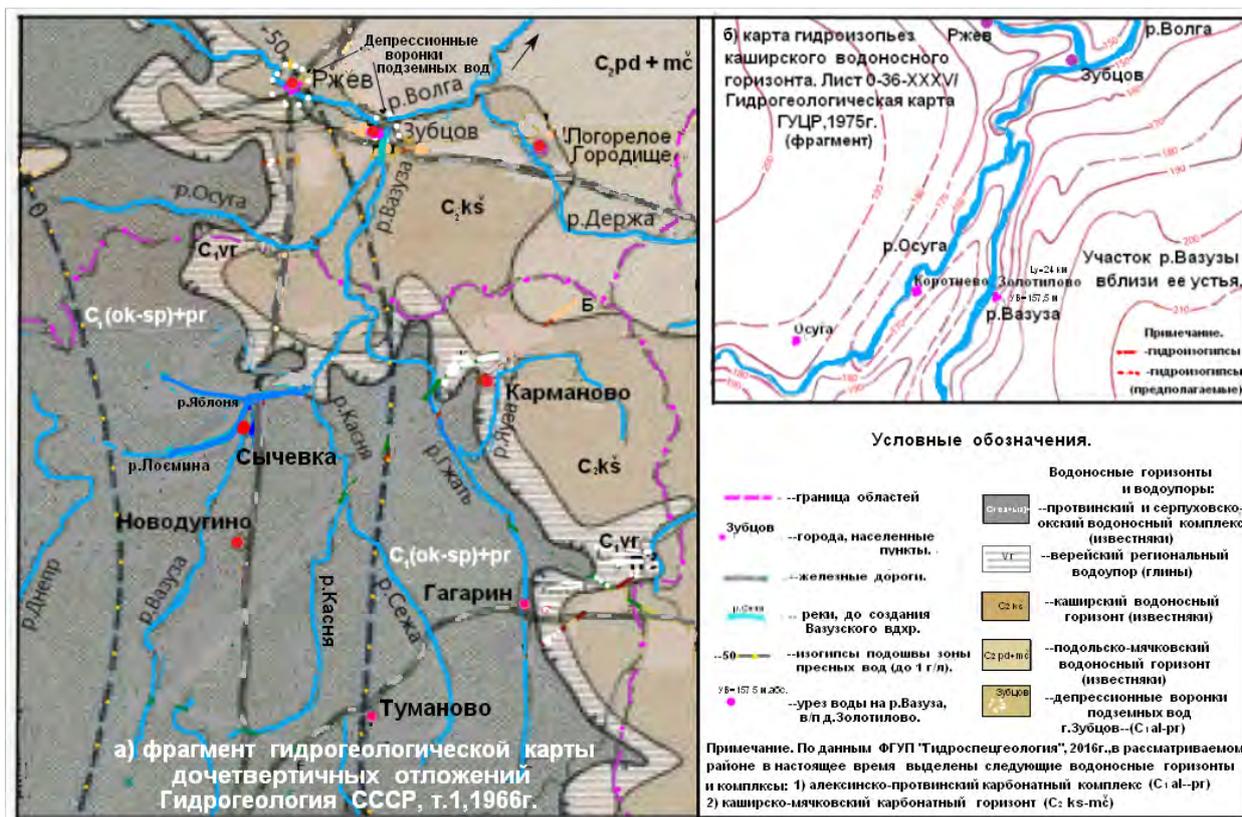


Рис. 11. Фрагмент гидрогеологической карты в пределах бассейна реки Вазузы, ГУЦР, Москва, 1963г. (а), представленная в монографии «Гидрогеология СССР», том 1, М.,Недра, 1966г., и схема гидроизопьез каширского водоносного горизонта в нижнем течении рек Вазузы и Осуги (б), скопированная с гидрогеологической карты. Лист 0-36-XXVI, ГУЦР, 1975г.

Космические снимки и фотографии, используемые в этой работе.

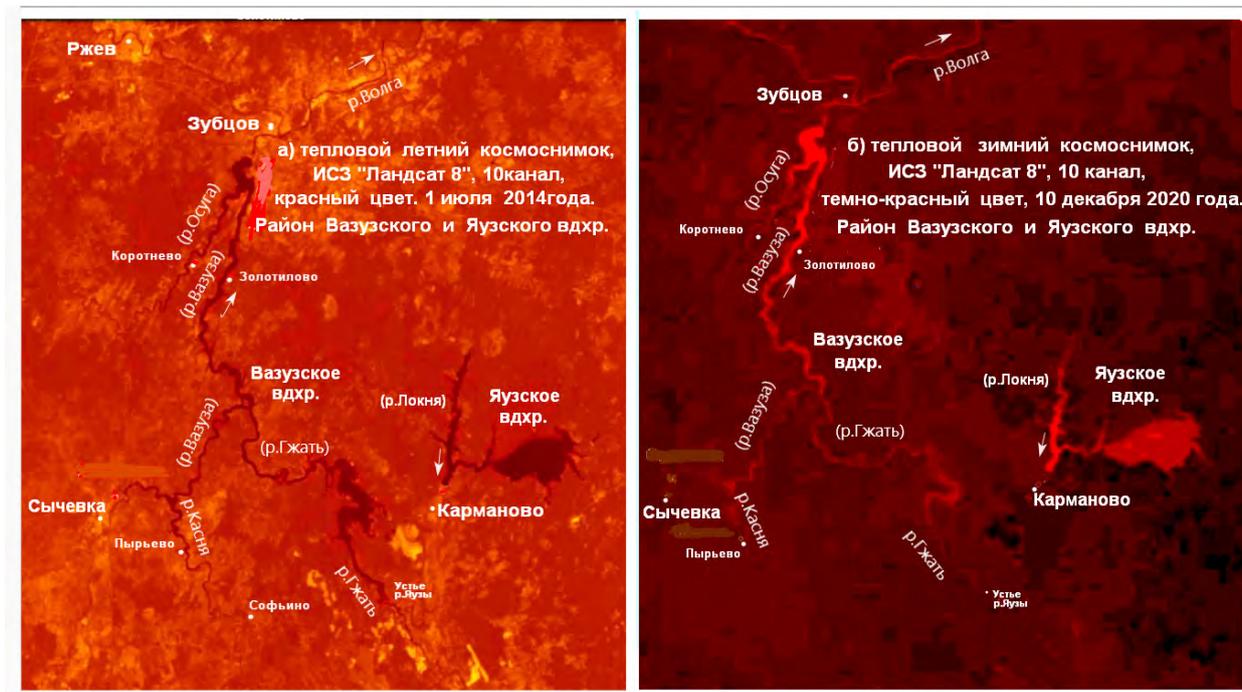


Рис. 12. Тепловые космические снимки района Вазузского и Яузского водохранилищ, за летний (а) и зимний (б) периоды. ИСЗ «Ландсат 8», 10канал, красный цвет, $\lambda\lambda = 10,6-11,19$ мкм [7]. Дата съемки: а) 1 июля 2014 года; б) 10 декабря 2020 года

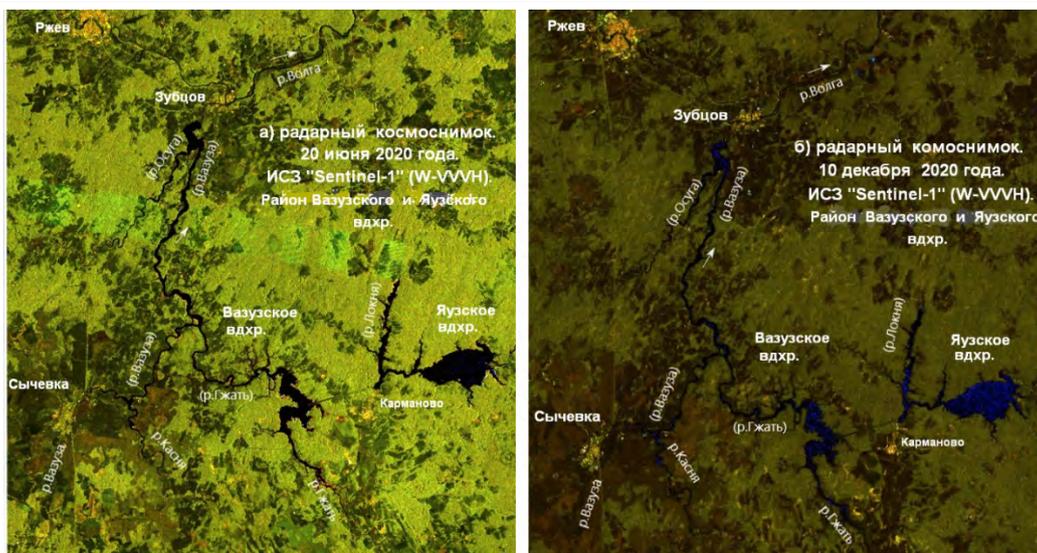


Рис. 13. Радарные космические снимки района Вазузского и Яузского водохранилищ за летний (а) и зимний (б) периоды. ИСЗ «Sentinel-1, W-VVVH [7]. Дата съемки: а) 20 июня 2020 года; б) 10 декабря 2020 года

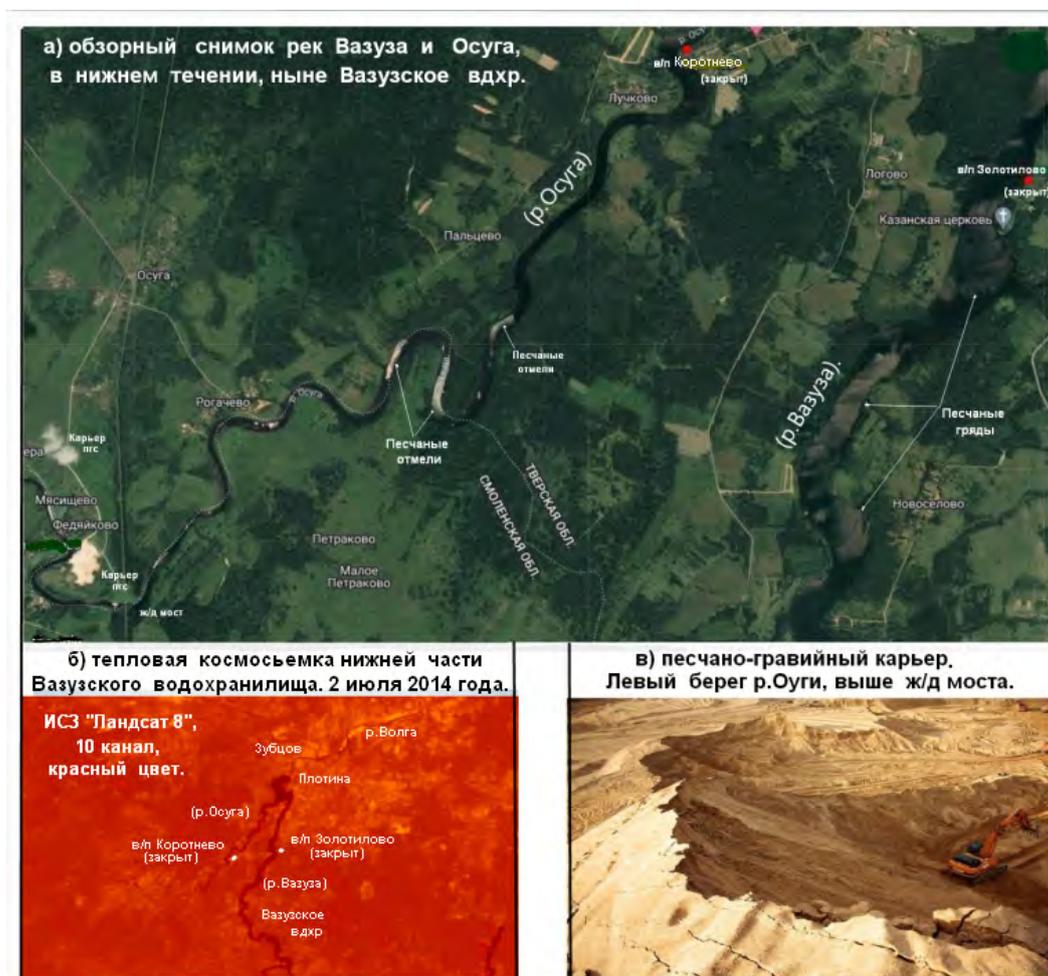


Рис. 14. Современная гидрогеоэкологическая обстановка в нижней части бассейна реки Вазузы: а – обзорный космический фотоснимок рек Вазуза и Осуга, в нижнем их течении, где существует подпор от плотины Вазузского гидроузла и отчетливо выделяются песчаные гряды, отмели и по-бочни в руслах этих водотоков; б – тепловая космическая съемка этого района, ИСЗ «Ландсат 8», 10 канал, красный цвет, $\lambda\lambda=10,6-11,19$ мкм. Дата съемки: 2 июля 2014 года; в – фотоснимок песчано-гравийного карьера на левом берегу реки Осуги, в нижнем ее течении, вблизи д.Мясищево, выше ж/д моста



Рис. 15. Выклинивание грунтовых вод ниже плотины Зубцовского гидроузла.

Карты и фотоснимки подтверждающие эти гидрогеологические процессы: а – фрагмент теплового космического снимка ИСЗ «Ландсат-8», 10 канал, красный цвет, $\lambda\lambda = 10,6-11,19$ мкм, в районе г.Зубцова, от 15 июля 2021 года [7], где отмечены выходы подземных вод и родников; б – фотоснимок реки Вазузы, в 100-200 м ниже Зубцовской плотины, где наблюдаются эти явления; в – обзорный топоплан г.Зубцова и его окрестностей, где отмечены красным пунктиром зоны выклинивания грунтовых вод, сформированных вблизи ложа Вазузского водохранилища, у Зубцовской плотины

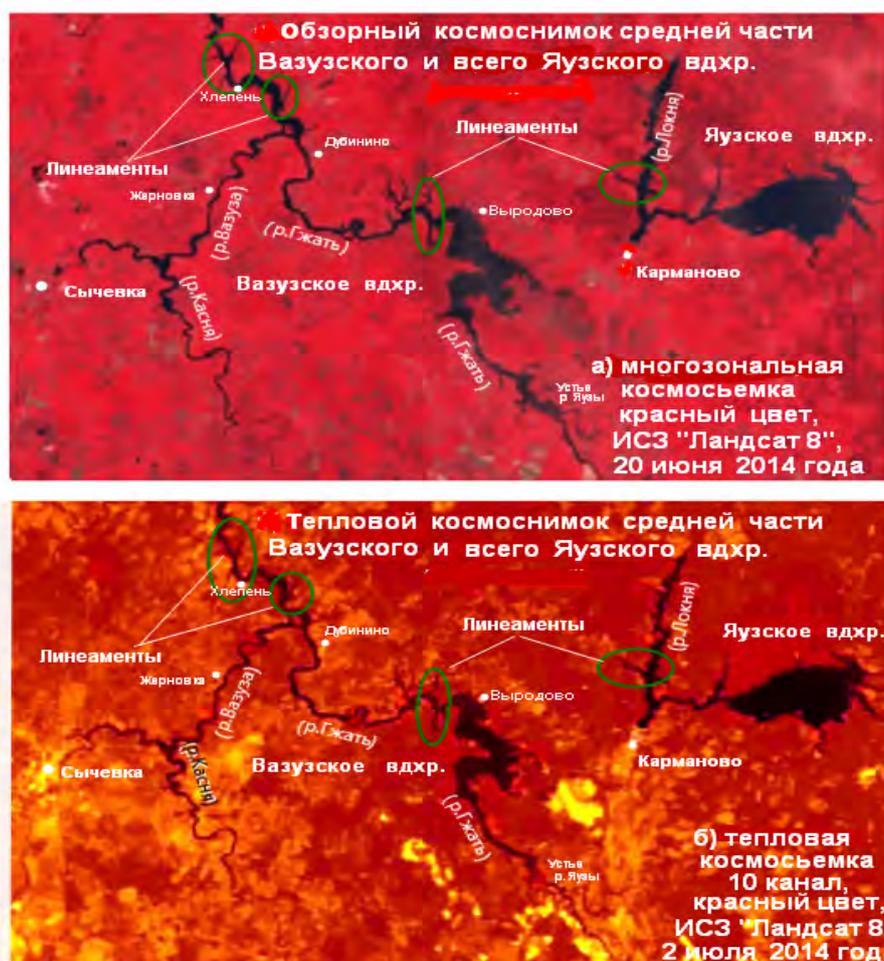


Рис. 16. Линеаменты (короткие линии в зеленом кружке) в районе Вазузского и Яузского водохранилищ, выявленные на многозональном (а) и тепловом (б) космических снимках ИСЗ «Ландсат-8», 5 и 10 каналы, красный цвет [7]. Даты съемки: а) 20 июня 2014 года; б) 2 июля 2014 года

Литература

1. Боровский Б.В. Марков М.Л. Является ли меженный сток мерой питания подземных вод или общего подземного стока? Разведка и охрана недр. №5, 2014. С.10-16.
2. Геологические карты. ГИС-Атлас «Недра России». Тверская и Смоленская области. Листы 0-36-XXXV, 0-36-XXXIV, N-36-V, N-36-VI. Карты четвертичных отложений Смоленской и Тверской областей. ВСЕГЕИ, СПб.2011-2022 гг.
3. Гидрогеология СССР. Т.1. Московская и смежные области. М. Недра.1966. Текст: 409 С. Приложения:С.82.
4. Гидрологические ежегодники за 1970–1980 годы, т.4 вып.1-3. Верхневолжский район. Гидрометеиздат,1971-1982гг. С. 400.
5. Докучаев В.В. К вопросу об обмелении реки Гжати. Тр.СПб об-ва естество исп. 1873. Т.4. Отд. минерал. и геол. Вып.1. Проток. С.CVIII-SX.
6. Докучаев В.В. Об обнажениях горного известняка с *pruductus giganteus* на реке Вазуза около с.Линец и на реке Гжати у д.Листратово, в Смоленской губернии. Тр.СПб общ-ва естество исп. 1874 г. т.5. Отдел минерал. и геол. Вып.2. Проток. С.XXXIV.
7. Космические снимки. Сервис: <https://apps.sentinel-hub.com>.
8. Научно-прикладной справочник «Основные гидрологические характеристики. Бассейн Верхней Волги». Таблицы. ГГИ. Ливны.2015. С.183.
9. Оценка водных ресурсов на территории Московского артезианского бассейна. Книга 1 (подземный сток рек). ГГИ.1974. С.109.
10. Оценка подземного стока рек Нечерноземной зоны РСФСР (по данным среднегодовое зимнего минимального 30-дн. стока). ГГИ.1980. С.40.

YAKOVLEV Petr Ivanovich

Hydrologist, Russian Geographical Society, Tver branch,
Russia, Tver

ASSESSMENT OF THE UNDERGROUND AND MINIMUM WINTER FLOW OF THE VASUZA RIVER AND ITS TRIBUTARIES ACCORDING TO THE REGIME HYDROLOGICAL OBSERVATIONS OF ROSHYDROMET, BEFORE THE CREATION OF THE VASUZ RESERVOIR IN 1977, USING MODERN GEOECOLOGICAL INFORMATION

Abstract. *In this work, the analysis of the parameters of underground and minimum winter runoff on the rivers of the Vazusa river basin is carried out. These hydrological characteristics were determined according to the materials of observations of water runoff at the water stations of Roshydromet, which operated before the creation of the Vazuz reservoir in 1977. A characteristic of geomorphological, geological and hydrogeological conditions was also given, which affect the formation and intensity of the underground tributary in the river in this territory. During these studies, photographs of cosmic sequence of different spectral range were used.*

Keywords: *water consumption, drain module, underground, launched drain, river, reservoir, geological, hydrogeological conditions, cosminomy.*