

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ
ISSUES OF IMPROVING REGULATORY DOCUMENTATION

УДК 556, 502.05, 630*3

DOI: 10.34753/HS.2021.3.3.259

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СП 33-101-2003
ДЛЯ РАСЧЁТОВ
МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА НА
ПРИМЕРЕ ВОДНОБАЛАНСОВОЙ
СТАНЦИИ МЕЖДУРЕЧЬЕ

ESTIMATION OF THE
POSSIBILITY OF USING SP 33-101-
2003 FOR CALCULATION OF THE
MAXIMUM RUNOFF ON THE
EXAMPLE OF THE WATER
BALANCE STATION
MEZDURECHE

А.Ю. Виноградов^{1,2}, А.Ф. Шакиров¹,
Е.А. Парфенов¹, О.В. Зубова²,
И.А. Виноградов¹

Alexey Yu. Vinogradov^{1,2}, Amir F. Shakirov¹,
Evgeniy A. Parfenov¹, Oksana V. Zubova²,
Ivan A. Vinogradov¹

¹ООО НПО «Гидротехпроект», г. Валдай,
Россия; ²ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический университет
имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург,
Россия.

¹Scientific and Industrial Research Association
Gidrotehproekt, Valday, Russia;
²Saint Petersburg State Forest Technical University,
St. Petersburg, Russia.

gd@npogtp.ru

gd@npogtp.ru

Аннотация. Достоверное определение основных расчётных гидрологических характеристик территории в процессе инженерных изысканий и проектирования на сегодняшний день сопряжено со многими проблемами. Одна из таких проблем: несовершенство и противоречивость законодательной и нормативной документации, на основании которой осуществляются данные расчёты. Другая проблема: отсутствие актуальной гидрологической информации и неудовлетворительная точность данных мониторинга. Расчёты выполняются на основании характеристик и наблюдений прошлого века, зачастую не отражающих современное состояние подстилающей поверхности. Сопоставление и анализ различных методических подходов и их сравнение с реальными характеристиками даётся в настоящей статье на примере открытой в 2014 году ООО НПО «Гидротехпроект» на

Abstract. Reliable determination of the main calculated hydrological characteristics of the territory in the process of engineering surveys and design today is associated with many problems. One of such problems is the imperfection and inconsistency of the legislative and regulatory documentation on the basis of which these calculations are carried out. Another problem is the lack of up-to-date hydrological information and unsatisfactory accuracy of monitoring data. Calculations are performed based on the characteristics and observations of the last century, which often do not reflect the current state of the underlying surface. Comparison and analysis of various methodological approaches and their comparison with real characteristics is given in this article on the example of the Scientific and Industrial Research Association Gidrotehproekt opened in 2014 on the border of the Valdai and Smolensk-Moscow hills of the water balance station "Mezhdurechye". Active economic activity (or vice

границе Валдайской и Смоленско-Московской возвышенностей водно-балансовой станции «Междуречье». Активная хозяйственная деятельность (или наоборот её прекращение) оказывает значительное влияние на гидрологические характеристики территорий и требует учёта при выполнении расчётов. Климатические изменения не учитываются при использовании в расчётах материалов наблюдений выполненных более 50 лет назад. В настоящей статье оценены изменения характеристик водосборов за последние 100 лет по крупномасштабным картографическим материалам и проанализировано влияние этих изменений на расчёты максимального стока по используемым методикам и реальным данным водно-балансовой станции. Также была оценена правомерность общепринятых методических подходов и использования понятия «гидрологической аналогии» при расчётах стока малых рек лесной зоны. На основании проведённых наблюдений и расчётов делается вывод о неправомерности выбора бассейна-аналога по критериям, прописанным в регламентирующих документах. Полученные расчётные значения по используемым методикам могут на порядки расходиться с реальными значениями, что недопустимо к применению в проектировании и расчёте сооружений и требует выработки более адекватных подходов к данным расчётам, учитывающих происходящие ландшафтные и гидрографические изменения на территории, в том числе и на протяжении периода эксплуатации строящихся сооружений.

Ключевые слова: водно-балансовые станции; малые реки; меженный сток; паводковый сток; подстилающая поверхность; физико-географические факторы.

Введение

Комплексные исследования бассейнов малых водотоков в последние десятилетия практически полностью приостановлены. На сегодняшний день можно констатировать серьёзный разрыв между теоретическими

достижениями в области гидроэкологического моделирования и стационарными наблюдениями за процессами формирования стока и изменениями его составных частей. Один из видов такого мониторинга – наблюдения на водно-балансовых станциях. versa, its termination) has a significant impact on the hydrological characteristics of territories and requires consideration when performing calculations. Climate changes are not taken into account when using observations made more than 50 years ago in calculations. This article evaluates changes in watershed characteristics over the past 100 years based on large-scale cartographic materials and analyzes the impact of these changes on the calculations of maximum runoff using the methods used and real data of the water balance station. The validity of generally accepted methodological approaches and the use of the concept of "hydrological analogy" in calculating the flow of small rivers of the forest zone was also evaluated. Based on the observations and calculations carried out, a conclusion is made about the illegality of choosing an analog pool according to the criteria prescribed in the regulatory documents. The calculated values obtained according to the methods used may differ by orders of magnitude from the actual values, which is unacceptable for use in the design and calculation of structures and requires the development of more adequate approaches to these calculations, taking into account the landscape and hydrographic changes taking place on the territory, including during the period of operation of structures under construction.

Keywords: water-balance stations; small rivers; low-water flow; flood flow; underlying surface; physical and geographical factors.

достижениями в области гидроэкологического моделирования и стационарными наблюдениями за процессами формирования стока и изменениями его составных частей. Один из видов такого мониторинга – наблюдения на водно-балансовых станциях.

Первые исследования водности малых рек, преимущественно для целей лесосплава, начали выполняться организациями Министерства лесного хозяйства с начала 1920-х годов. Большой размах они получили в северо-западных районах Европейской части СССР. В 1929 году с целью централизации и упорядочения стационарных исследований и наблюдений была создана единая гидрометеорологическая служба [Соколов, 1952].

На европейской части СССР в лесной зоне создаётся специализированная сеть стоковых станций, ведущих углубленные наблюдения за речным стоком, – Подмосковная (13 постов), Оксочи (8), Валдайская (43), Прибалтийская (6) и Болховская (16).

К середине 1930-х годов ставится задача создания сети станций на малых реках для изучения водного режима малых рек в процессе его формирования с учётом местных физико-географических условий. После войны, в связи со строительством малой энергетики и утверждением Программы Международного гидрологического десятилетия, утверждённой в ноябре 1964 года 13-й Генеральной конференцией ЮНЕСКО, количество постов на малых реках в одной только Новгородской области достигало 120. Таким образом, наблюдениями были охвачены 0,01% малых рек.

В настоящее время [Фролов, 2013] в центральных областях зоны смешанных лесов Европейской части Российской Федерации количество гидрологических постов на малых реках не превышает 20. Исследования на водно-балансовых станциях практически не ведутся.

Все вновь разрабатываемые расчётные методики могут быть апробированы только на материалах старых наблюдений. Ошибки прямых наблюдений за стоком даже на малых реках, по экспертной оценке, в настоящее время достигают в период паводка 20–50%. В то же время, при текущих изменениях климата и ландшафтных характеристик – зарастании полей, замены

хвойных и широколиственных лесов на мелколиственные, гибели малых рек – собранной к середине 1980-х годов информации явно недостаточно [Виноградов, Смирнова, 2009; Виноградов, Салминен, 2010; Виноградов, Салминен, Чомаев, 2011; Антонова, Салминен, Виноградов, 2014]. К тому же ошибки [Виноградов, Никифоровский, 2014] при расчётах максимального стока при использовании методик расчёта, регламентируемых СП 33-101-2003 «Определение основных расчётных гидрологических характеристик»¹ (далее – СП 33-101-2003), на малых неизученных реках достигают 1 000% и более [Гарцман и др., 2008; Салминен, Виноградов, 2009; Виноградов, Никифоровский, 2014; Виноградов, 2015].

Подобное состояние дел на сегодняшний день признать удовлетворительным невозможно.

Объекты

С целью продолжения изучения формирования стока малых рек, ООО НПО «Гидротехпроект» в 2013–2014 годах были открыты водно-балансовые станции (далее – ВБС) «Междуречье» и «Беленец».

В настоящей работе рассматривается ВБС «Междуречье» (рисунок 1а).

Согласно классификации Всемирной метеорологической организации², ВБС представляет собой гидрологическую станцию для специальных целей, то есть включает в себя посты, данные по которым используются для определения водного баланса водосборов и его составляющих.

ВБС «Междуречье» создана с целью апробирования новых расчётных методик для проектирования, адаптации новых приборов и методов наблюдений; разработки новых методов гидроэкологических расчётов, в том числе методов математического моделирования; выполнения научных исследований природных процессов, проведения производственных

¹ СП 33-101-2003. Свод Правил по определению расчётных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, 2004. 73 с.

² ВМО №49. Технический регламент ВМО: Сборник основных документов № 2. в 4 томах. Том 3. Гидрология. Женева, Секретариат ВМО, 2006. 130 с.

практик студентов соответствующих специальностей.

ВБС «Междуречье» расположена на границе Валдайской и Смоленско-Московской возвышенностей. Местоположение станции выбрано с целью дополнительного изучения влияния крупных лесных и болотных массивов на формирование стока малых рек.

В состав ВБС «Междуречье» (с 2014 года) входит 5 постов ООО НПО «Гидротехпроект» (рисунок 1б): реки Осуга и Раменка – деревня Красное Ржевского района, реки Обша, Кремёна

и ручей Молявня – деревня Городок Оленинского района Тверской области и пост Смоленского ЦГМС на реке Днепр – село Болшево Сычевского района Смоленской области. Посты оборудованы метеоплощадками, на которых ведутся двухсрочные наблюдения за температурой воздуха и осадками. В деревне Красное оборудована метеостанция с измерениями температуры и влажности почвы и сетью гидрогеологических скважин. Далее приведены описания постов, основные характеристики водосборов даны в таблице 1.

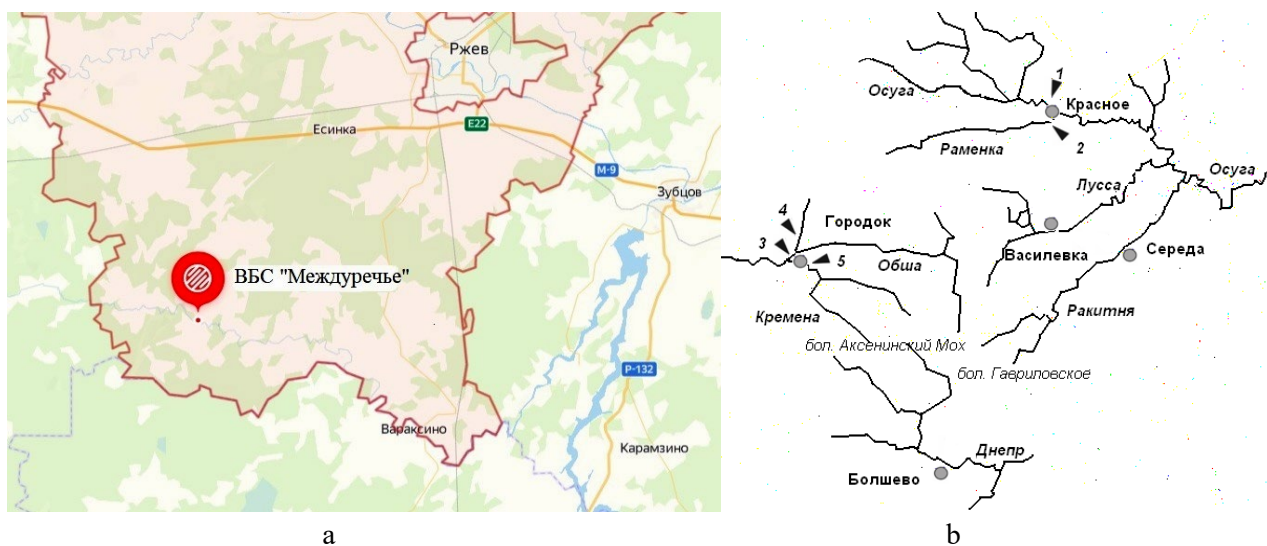


Рисунок 1. Расположение центральной базы ВБС «Междуречье»(а) и гидрометрических постов (б).

Figure 1. Location of the central base of WBS "Mezhdurechye" (a) and hydrometric posts (b).

Река Кремёна – деревня Городок

Пост свайный, открыт 09.07.2014. Оборудован 3 металлическими сваями и одним репером. Расположен на левом берегу реки Кремёны посреди деревни Городок в 120 м ниже пешеходного моста. От поста до устья реки Кремёны около 1,3 км.

Река Кремёна – левый приток реки Обши. Русло реки корытообразное, средней извилистости, с чередованием нешироких (до 10 м) плёсов и мелких перекатов. Дно песчаное, на перекатах – галечное, в плёсах суглинистое, заиленное. Летом река зарастает водной растительностью. Берега невысокие, до 0,5 м, средней крутизны. Пойма в районе поста левобережная, шириной до 10 м, густо заросшая травой и кустарником. Долина реки V-образная, шириной по дну 50 м, по верху – около 150 м.

Коренной берег высотой 5–6 м, средней крутизны, зарос кустарником и ольхой. Наблюдается склоновая приточность – ключи, родники. В межень поддерживается практически неизменный уровень. Вода в родниках железистая, большинство родников вытекает из склона долины на высоте примерно 1,5–2,0 м над межennым уровнем.

Река Обша – деревня Городок

Пост свайный, открыт 09.07.2014. Оборудован 5 металлическими сваями и одним репером. Расположен на левом берегу реки Обши в 30 м выше автодорожного моста дороги Оленино – Городок в 200 м на северо-запад от деревни Городок.

Река Обша – левый приток реки Межи (бассейн реки Западной Двины). Русло реки Обши в районе водомерного поста

корытообразное, средней извилистости, умеренно засорённое карчами, летом зарастает водной растительностью. Ширина русла в районе водомерного поста в межень около 8 м, глубина не превышает 10–15 см. Дно плоское, галечно-песчаное, берега средней крутизны, высотой 0,5–0,7 м, вдоль русла густо заросли ивняком. В районе створа пойма двухсторонняя, шириной до 50 м, заросшая кустарником. Долина реки V-образная, густо заросшая мелколиственным лесом. Ширина долины по дну около 50 м, по верху 150–200 м. Склоны коренного берега умеренно пологие, высотой 6–8 м.

Ручей Молявня – деревня Городок

Пост свайный, открыт 06.04.2015, расположен на правом берегу ручья, в 100 м от устья. Оборудован 2 металлическими сваями и одним репером. Ручей Молявня является правым притоком реки Обши. Место впадения – 0,8 км выше водомерного поста река Обша – деревня Городок. Русло ручья извилистое, корытообразное, умеренно засорённое карчами. В межень представляет собой чередование небольших плёсов и перекаатов между ними. Ширина русла в районе водпоста порядка 4 м. Берега ручья крутые, высотой 0,5–0,7 м. Протекает по перелеску (ольха, единично берёза), посреди зарастающего колхозного поля. В районе поста пойма двухсторонняя, шириной около 40 м, заросшая кустарником. Дно плоское, галечное, в плёсах песчано-галечное.

Река Осуга – деревня Красное

В период с 01.01.1974 по 2001 год водомерный пост функционировал под эгидой Госкомгидромета СССР.

Наблюдения возобновлены 06.04.2015 ООО НПО «Гидротехпроект».

Водомерный пост расположен на правом берегу реки Осуги в деревне Красное, в 0,8 км выше автомобильного моста Павлюки – Горня, примерно в 65 км от устья. Оборудован 8 металлическими сваями ГМС СССР типа ПИ-20 (СВГ-47) и двумя реперами.

Река Осуга – левый приток реки Вазузы (бассейн реки Волги). Русло реки извилистое, корытообразное, в межень представляет собой

каскад заросших водной растительностью омутов и коротких мелких перекаатов между ними. В районе поста русло прямое на протяжении 70 м, шириной 10–12 м. Дно плоское, галечно-песчаное, на перекатах галечное. Берега русла крутые, высотой 0,7–1,0 м. Пойма в створе поста отсутствует. Долина реки в районе поста U-образная, по дну шириной 30–50 м, по верху порядка 150 м. Левый берег долины крутой, густо заросший берёзой, ольхой и ивняком. Правый берег пологий, представляет собой зарастающее поле.

Река Раменка – деревня Красное

Пост свайный, открыт 06.04.2015. Оборудован 5 металлическими сваями и одним репером. Расположен на левом берегу реки Раменки в 100 м от устья.

Река Раменка – правый приток реки Осуги. Место впадения – 0,8 км ниже по течению от водомерного поста река Осуга – деревня Красное, в 50 м ниже автомобильного моста Павлюки – Горня. Русло реки извилистое, корытообразное, засорённое карчами, в межень зарастает травой и водной растительностью. Ширина русла в районе водпоста около 6 м. Берега реки крутые, высотой 0,5–0,7 м. В половодье может разливаться до 30–40 м. Дно реки плоское, галечно-песчаное. Пойма левосторонняя, шириной до 10 м, заросшая травой.

Долина реки выраженная, берега пологие, высотой 4–5 м, ширина по верху до 100 м.

Река Днепр – село Болшево

Пост открыт в 1936 году, действует по настоящее время и подчинён Смоленскому ЦГМС. Расположен на правом берегу реки Днепр в черте села Болшево в 300 м ниже автомобильного моста дороги Днепроовское – Домашенка. Оборудован 11 металлическими сваями ГМС СССР типа ПИ-20 (СВГ-47) и двумя реперами.

Работниками ООО НПО «Гидротехпроект» проводятся регулярные измерения расхода воды, пост оборудован гидростатическим самописцем уровня воды.

Русло реки средней извилистости, долина выраженная, с пологими склонами высотой

до 8 м. Левый склон в районе водомерного поста порос густым кустарником и смешанным лесом, на правом – зарастающие огороды. Ширина долины по низу – 150–170 м. Пойма в районе поста левобережная, шириной около 50 м, заросшая кустарником. Берега крутые, высотой 1,0–1,5 м, дно плоское, песчаное, местами галечно-песчаное, в межень зарастает водной растительностью.

Нормативная документация

С 01.09.2021 и до 01.09.2027 будет действовать Постановление от 28 мая 2021 года №815 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»³, с признанием утратившим силу (действовало с 01.08.2020 до 01.09.2021) постановления Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 года №985⁴.

Как в Постановлении №815 (пункт 36), так и в Постановлении №985 (пункт 31) есть ссылка на СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96»⁵ (далее – СП 47.13330.2016) с Изменением №1, утвержденном и введенном в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 30 декабря 2020 г. №909/пр с 01.07.2021.

В указанном СП 47.13330.2016 есть глава 2, гласящая:

«Нормативные ссылки.

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

... СП 482.1325800.2020

Инженерно-

гидрометеорологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ...».

В свою очередь, в СП 482.1325800.2020⁶ есть пункт 5.5.6, гласящий: «факторы, которые необходимо учитывать при выборе репрезентативных гидрологических станций (постов)-аналогов, приведены в СП 33-101-2003 «Определение основных расчётных гидрологических характеристик» (одобрен для применения в качестве нормативного документа постановлением Госстроя России №218 от 26 декабря 2003 года).

Вроде бы все просто и понятно, но существует письмо Министерства юстиции Российской Федерации от 13 октября 2004 года №07/9703-ЮД «О рассмотрении представленного на государственную регистрацию Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству постановления Госстроя России от 26.12.2003 №218 «О своде правил «Определение основных расчётных гидрологических характеристик»⁷, в котором указано:

«Министерство юстиции Российской Федерации рассмотрело представленное на государственную регистрацию Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (письмо от 20.09.2004

³ Постановление Правительства Российской Федерации от 28 мая 2021 года №815. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603700806>.

⁴ Постановление Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 года №985. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565270059>.

⁵ СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 с изменениями №1. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456045544>.

⁶ СП 482.1325800.2020. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565278461>.

⁷ Министерство юстиции Российской Федерации. Письмо от 13 октября 2004 года №07/9703-ЮД «О рассмотрении представленного на государственную регистрацию Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству постановления Госстроя России от 26.12.2003 №218 «О своде правил «Определение основных расчётных гидрологических характеристик» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901926316>.

№АП-4655) постановление Госстроя России от 26.12.2003 №218 «О своде правил «Определение основных расчётных гидрологических характеристик» и сообщает, что данный документ не может быть зарегистрирован...».

Также не составляет труда найти письмо Министерства регионального развития Российской Федерации от 25 сентября 2009 года №31531-ИП/08 «О применении строительных норм и правил»⁸, где сказано:

«...Кроме того, своды правил по существу системы нормативных документов в строительстве – это документы добровольного применения. В этой связи ... СП 33-101-2003 «Определение основных расчётных гидрологических характеристик»... являются документами добровольного применения».

Итак, неожиданный вывод: в нашей стране на сегодняшний день нет юридически значимых обязательных документов, на основании которых можно было бы проводить гидрологические расчёты.

Тем не менее, эксперты Главгосэкспертизы не примут отчёт по гидрометеорологическим изысканиям, если он будет составлен по иным, не прописанным в СП 33-101-2003, методикам.

Не заикливаясь на юридической стороне вопроса, рассмотрим в настоящей статье некоторые проблемы методик, регламентируемых СП 33-101-2003, и сравним расчёты с наблюдаемыми данными.

Задачи

На первом этапе работ для объектов ВБС поставлены следующие научные задачи:

1. оценить изменения уклонов водотоков, густоты речной сети и характеристик подстилающей поверхности водосборов за последние 100 лет по крупномасштабным картографическим материалам и влияние этих изменений на расчёты максимального стока;

2. оценить правомерность использования методики по использованию метода

гидрологической аналогии при расчётах стока малых рек лесной зоны.

Задача 1

Согласно пункту 7.7 СП 33-101-2003, основными гидрографическими и физико-географическими факторами водосборов являются следующие:

- 1) площадь водосбора F , км²;
- 2) гидрографическая длина водотока L , км;
- 3) относительная лесистость водосбора f_l , доля общей площади водосбора (лес и кустарники на проходимых болотах в лесные угодья не включают);
- 4) средневзвешенный уклон водотока $I_{ск}$, ‰;
- 5) густота речной сети водосбора ρ_p , км/км², которая определяется как отношение суммарной длины всех водотоков (реки, каналы, канавы) на водосборе к общей площади водосбора;
- 6) густота русловой сети водосбора ρ_0 , км/км², которая определяется как отношение суммарной длины речных долин, сухих русел, оврагов, балок и логов к общей площади водосбора.

Для определения гидрографических характеристик реки и её водосбора рекомендуется пользоваться крупномасштабными картами от 1:100 000 до 1:25 000, в зависимости от площади водосбора. В нашем распоряжении имеются топографические карты 1930-х и 1980-х годов масштаба 1:50 000 и 1:100 000, с помощью которых мы оценивали изменения гидрографических и физико-географических характеристик водосборов. При подобном анализе необходимо иметь в виду, что инструментальные измерения высотных отметок рельефа проводились только в 1920–1930 годах и уточнялись в начале 1950-х. В последующие годы большинство корректировок на картах являются плановыми, проводимыми по материалам аэрофотосъёмок. Изменения некоторых параметров за последние десятилетия с уточнениями, полученными после проведённых рекогносцировочных и топографических работ в 2015–2016 годах представлены в таблице 1.

⁸ Министерство регионального развития Российской Федерации Письмо от 25 сентября 2009 г. №31531-ип/08 «О применении строительных норм и правил» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-dejatelnost/stroitelstvo/12/pismo-minregiona-rf-ot-25-09-2009--31531-ip08.html>

Таблица 1. Изменения морфологических характеристик малых лесных водосборов.**Table 1.** Changes in morphological characteristics of small forest watersheds.

№ п/п	Водоток	Год	Площадь водосбора	Густота речной сети	Густота русловой сети	Залесённость, доли единицы	Заболоченность, доли единицы
1	Обша	1938	216	0,4	1,3	0,81	0,03
		1986	228	0,6	1,3	0,91	0,12
2	Кремёна	1938	126	0,3	1,5	0,65	0,05
		1986	130	0,8	1,4	0,87	0,38
3	Молявня	1938	20,5	0,56	2,85	0,86	0
		1986	20,5	1,28	3,55	0,94	0,08
4	Осуга	1939	-	0,25*	1,95*	0,39*	0*
		1982	304	0,72	2,21	0,79	0,05
5	Раменка	1939	-	-	-	-	-
		1982	79	0,29	1,55	0,88	0,19
6	Днепр	1938	255	0,21	1,54	0,28	0,03
		1982	262	0,31	1,65	0,67	0,09

* - данные неполные ввиду ограниченности картографического материала.

Сумма долей залесённости и заболоченности водосборов на картах 1980-х годов может превышать единицу в связи с заболоченностью лесопокрытой территории

Рассмотрим упрощённые (без статистических и переходных коэффициентов) формулы расчёта максимальных расходов, регламентируемые СП 33-101-2003. Расчёт максимальных расходов весеннего половодья заданной повторяемости $Q_{P\%}$, м³/с, при наличии рек-аналогов выполнялся по редуцированной формуле (1):

$$Q_{P\%} = \frac{K_0 h_{P\%} \mu \delta \delta_1 \delta_2 A}{(A_1 + A)^n} \quad (1)$$

где K_0 – параметр, характеризующий дружность весеннего половодья;

$h_{P\%}$ – расчётный слой суммарного весеннего стока ежегодной вероятности превышения $P\%$ (без срезки грунтового питания), мм;

μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров кривых распределения слоёв стока и максимальных расходов воды;

$\delta, \delta_1, \delta_2$ – коэффициенты, учитывающие влияние водохранилищ, прудов и проточных озёр (δ), залесённости (δ_1) и заболоченности речных водосборов (δ_2) на максимальные расходы воды;

A – площадь водосбора исследуемой реки до расчётного створа, км²;

A_1 – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км²;

n – показатель степени редукции.

Для лесной зоны европейской территории России согласно таблице 10 Пособия по определению расчётных гидрологических характеристик⁹ (далее – Пособие) коэффициенты приняты равными $A_1=1$; $n=0,17$.

Расчёт наибольших расходов воды дождевых паводков выполняется по эмпирической редуцированной формуле (2), при отсутствии рек-аналогов и площади водосбора, для которого производится расчёт, более 200 км²:

$$Q_{P\%} = q_{200} \left(\frac{200}{A} \right)^n \delta \delta_2 \delta_3 \lambda_{P\%} A \quad (2)$$

где q_{200} – модуль максимального срочного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, приведенный к условной площади водосбора, равной 200 км², определяемый по листу 12 Атласа расчётных

⁹ Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик / Составители: А.В. Рождественский, В.Е. Водогрецкий, А.П. Копылов и др. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 448 с.

гидрологических карт и номограмм¹⁰ (далее – Атлас) и равный 0,2 при $\delta = \delta_3 = 1,0$;
 δ_3 – поправочный коэффициент, учитывающий изменение параметра q_{200} с увеличением средней высоты водосбора в горных районах;
 n – степенной коэффициент, отражающий редукцию максимального модуля стока дождевого паводка, значение которого определяется по листу 10 Атласа и составляет 0,3;
 $\lambda_{p\%}$ – переходный коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятностью превышения $P=1\%$ к значениям другой вероятности превышения.

В соответствии с приложением Б таблицы 7 СП 33-101-2003 для расчёта максимальных расходов дождевых паводков для водосборов с площадью менее 200 км², применяется формула предельной интенсивности ливня

$$Q_{p\%} = q'_{1\%} \varphi N_{1\%} \delta \lambda_{p\%} A \quad (3)$$

где $q'_{1\%}$ – относительный модуль максимального срочного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, представляющий отношение $q'_{1\%} = q_{1\%} / \varphi N_{1\%}$, определяется для исследуемого района в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла Φ_p и продолжительности склонового добега $\tau_{ск}$ (мин.);
 φ – сборный коэффициент стока;
 $N_{1\%}$ – максимальный суточный слой осадков вероятности превышения $P=1\%$, мм.

Параметры

1. Площадь водосбора. Площадь водосбора напрямую участвует во всех расчётных зависимостях. Выявленные изменения укладываются в планиметрическую погрешность измерения, оцененную нами в 5%.

2. Гидрографическая длина водотока. Максимальные изменения для рассматриваемых рек достигают 8%. При расчётах максимальных расходов в створе проектируемого водоотвода на малых неизученных реках рекомендуется использовать методику предельной интенсивности ливня согласно пункту 7.44

СП 33-101-2003. Одним из определяющих в этой методике параметров является Φ_p – гидроморфометрическая характеристика русла, определяемая по формуле

$$\Phi_p = \frac{1000L}{[m_p(I_p)^m A^{0,25} (\varphi N_{1\%})^{0,25}]} \quad (4)$$

где L – длина главного водотока, км;
 I_p – средневзвешенный уклон главного водотока, ‰;
 m_p и m – гидравлические параметры, характеризующие состояние и шероховатость русла водотока, значения которых определены согласно Таблицы 8 Приложения Б Пособия в зависимости от I_p и состояния водотока. Для дальнейшего расчёта приняты значения $m_p = 11$ и $m = 1/3$.

Параметр Φ_p участвует в расчётах максимального расхода воды опосредованно. Его увеличение, например, в три раза влечет соответствующее уменьшение расчётного расхода воды на 5–10% (таблица 10 приложения 2 Пособия) в зависимости от площади водосбора. Таким образом, погрешность изменения длины русла для расчётов максимального стока незначима.

3. Относительная лесистость водосбора f_L . Коэффициент δ_1 , учитывающий снижение максимальных расходов воды в залесённых бассейнах, согласно пункту 7.35 СП 33-101-2003, определяют по формуле

$$\delta_1 = \frac{\alpha}{(f_L + 1)^{n'}} \quad (5)$$

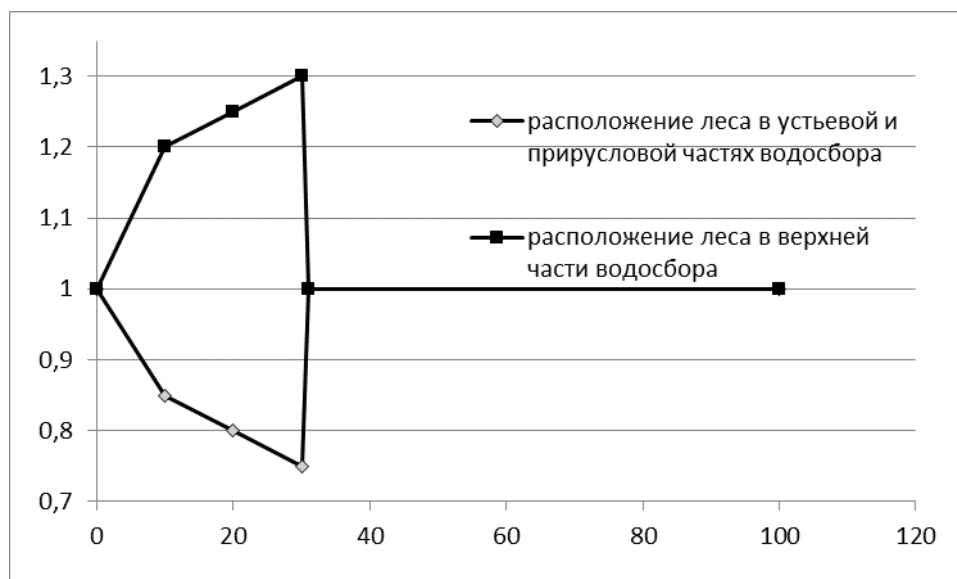
где n' – коэффициент редукции, равный 0,22 для лесной зоны;

α – параметр, учитывающий расположение леса на водосборе (таблица 2). Данный параметр с ростом f_L уменьшается при расположении леса в верхней части водосбора и растёт, если лесистая часть в устьевой и приустьевой части. При этом максимальное значение f_L , приводимое в регламентирующих документах не превышает 30%. При $f_L > 30\%$ значение данного параметра α принимается равным 1, что противоречит логике (рисунок 2).

¹⁰ Атлас расчётных гидрологических карт и номограмм / Приложение 1 к Пособию по определению расчётных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 25 отд. л. карт.

Таблица 2. Значения коэффициента a в зависимости от расположения леса на водосборе.**Table 2.** Values of the coefficient a depending on the location of the forest in the watershed.

Расположение леса на водосборе	a при площади, %, занятой лесом, до		
	10	20	30
равномерное	1	1	1
в верховье	0,85	0,8	0,75
в устьевой и приустьевой частях	1,2	1,25	1,3

**Рисунок 2.** Значение коэффициента a в зависимости от площади, %, занятой лесом на водосборе.**Figure 2.** The value of the coefficient a depending on the area, %, occupied by forest in the watershed.**Таблица 3.** Изменения коэффициентов лесистости и заболоченности.**Table 3.** Changes in forest cover and swamp cover coefficients.

№ п/п	Водоток	Год	Залесённость, %	a	δ_1	Заболоченность, %	β	δ_2
1	Обша	1938	81	1	0,38	3	0,4	0,95
		1986	91	1	0,37	12	0,4	0,86
2	Кремёна	1938	65	1	0,40	5	0,4	0,93
		1986	87	1	0,37	38	0,4	0,73
3	Молявня	1938	86	1	0,37	0	0,7	1,00
		1986	94	1	0,37	8	0,7	0,82
4	Осуга	1939	39	1	0,44	0	0,7	1,00
		1982	79	1	0,38	5	0,7	0,88
5	Раменка	1939	88	1	0,37	19	0,7	0,68
		1982	88	1	0,37	19	0,7	0,68
6	Днепр	1938	28	1	0,48	3	0,4	0,95
		1952	67	1	0,40	9	0,4	0,89

4. Увеличение площади болот учитывается коэффициентом δ_2 , определяемым по формуле

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1f_6 + 1) \quad (6)$$

где β – коэффициент, определяемый в зависимости от типа болот и механического состава почвы вокруг болот и заболоченных земель (со слоём торфа не менее 30 см);

f_6 – относительная заболоченность водосбора, %.

Изменения коэффициентов для рассматриваемых объектов приведены в таблице 3.

5. Средневзвешенный уклон водотока $I_{ск}$. Уклон – одна из важнейших ландшафтных характеристик водотока – участвует в расчётах как напрямую, так и опосредованно.

От уклона зависит величина гидроморфометрической характеристики русла (4), русловое время добегания согласно СП 33-101-2003.

Между тем даже за период 30–50 лет местные изменения уклонов могут составлять значительную величину. Например, на приустьевом участке ручья Молявня, уклон понизился с 7,9 до 4,1‰ (рисунок 3).

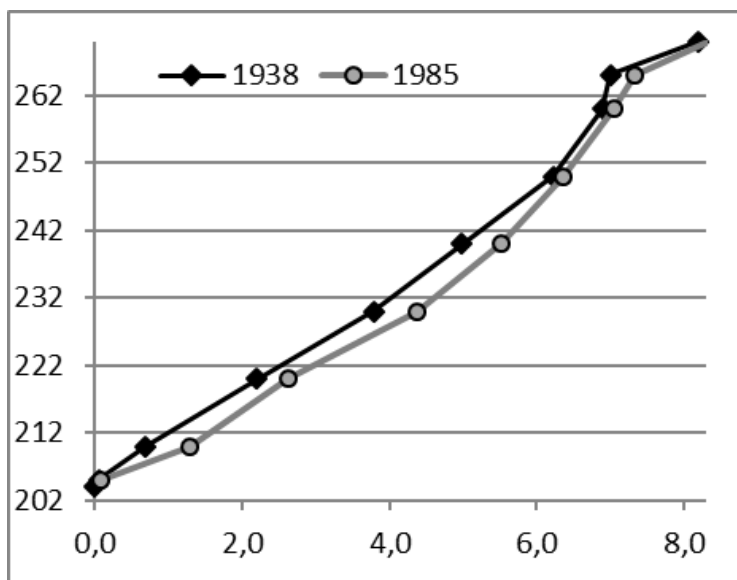


Рисунок 3. Местные изменения уклонов на ручье Молявня от устья к истоку, м/км.

Figure 3. Local slope changes on the Molyavnya creek from mouth to source, m/km.

Задача 2

Реки Обша, Кремёна и Днепр начинаются в обширном верховом болотных массивах Аксенинский мох и Гавриловское, имеют общие водоразделы. Реки Осуга и Раменка, ручей Молявня – на заболоченной слаборасчленённой равнине между урочищами Петровские и Татаринские Дачи, граничат с бассейном реки Обши. Реки являются естественными аналогами друг другу, с точки зрения соблюдения следующих требований пункта 4.10 СП 33-101-2003:

6. Густота речной сети водосбора ρ_p . Участвует в расчётах гидроморфометрической характеристики склонов $\Phi_{ск}$:

$$\Phi_{ск} = k \left(\frac{1}{\rho_p} \right)^{0,5} \quad (7)$$

где k – множитель, зависящий от характеристик склонов водосбора согласно пункту 7.46 СП 33-101-2003.

Параметр $\Phi_{ск}$, как и в пункте 2, участвует в расчётах опосредованно. Увеличение густоты речной сети в три раза влечет увеличение расчётного расхода воды в полтора раза.

1. Однотипность стока реки-аналога и исследуемой реки.

Тип (от греч. *typos*) – вид, модель, форма, образец. Процесс типизации можно рассматривать как подбор признаков, общих для ряда явлений.

В литературе встречаются следующие типизации рек:

- Русловые и нерусловые типы водных потоков [Маккавеев, 2003].
- Однотипные потоки – потоки одного порядка [Хортон, 1948].

Согласно первой классификации, все рассматриваемые в данной статье реки – одного типа. Согласно второй – разного. Во втором случае, исходя из опыта гидрометеорологических изысканий, можно констатировать, что ни одна река, взятая как аналог исследуемой для проведения расчётов, регламентированных СП 33-101-2003, не являлась однотипной к последней. Стандарт должен четко разъяснять, что имеется в виду в каждом конкретном случае.

2. Географической близости расположения водосборов. В нашем случае это требование соблюдено полностью.

3. Однородности условий формирования стока, сходства климатических условий, однотипности почв (грунтов) и гидрогеологических условий, близкую степень озёрности, залесённости, заболоченности и распаханности водосборов.

4. Район равнинный, средние высоты укладываются в градацию от 100 до 200 м.

5. Искусственная зарегулированность стока на всех реках до 2010 года отсутствовала. Выбор рек-аналогов осуществляется при соблюдении следующих эмпирических соотношений:

$$\frac{L}{A^{0,56}} \approx \frac{L_a}{A_a^{0,56}}$$

$$JA^{0,50} \approx J_a A_a^{0,50}$$

где L и L_a – длина исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км;

J и J_a – уклон водной поверхности исследуемой реки и реки-аналога, ‰;

A и A_a – площади водосборов исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км².

Как и в предыдущей задаче, результаты подбора аналогов с помощью вышеуказанного условия неоднозначны. Так, река Ока в створе города Дзержинска (245 000 км²) не является аналогом самой себе в створе города Калуги (54 900 км²) $19,8 \neq 9,4$, но является аналогом ручью Молявня (таблица 4) поскольку $19,8 \approx 17,4$.

То же самое можно сказать в отношении рек Кремёны и Осуги, которые при оценке уточнённых эмпирических соотношений по результатам выхода новых карт перестали быть аналогами сами себе.

Однако уже первый год наблюдений показал, что модули меженного стока для рек ВБС «Междуречье» различаются на порядок, а весеннего половодья – в два раза (таблица 5).

Различие в меженных расходах может быть объяснено выходами грунтовых вод в бассейне реки Обша и её притоков. При обследовании бассейна были обнаружены подземные источники, выходящие из провалов в почве, глубиной до 3 м и дебитом до 20 л/с.

Причины несоответствия паводкового стока на сегодняшний день не объяснены. На основании изложенного можно сделать вывод, что в целях минимизации возможных ошибок в расчётах, для обоснования использования метода гидрологической аналогии необходимы дополнительные проработки. Выбор бассейна-аналога на основании критериев, прописанных в регламентирующих документах (СП 33-101-2003), неправилен, основное требование о необходимости учёта процесса формирования стока и влияющих на него факторов в условиях массовых расчётов *никогда* не реализуется.

Выводы

Большинство ландшафтных и гидрографических характеристик мы определяем по топографическим, почвенным и таксационным картам. Априори считается, что все эти характеристики, по крайней мере на период эксплуатации проектируемого сооружения, будут неизменны. На основании этого производится расчёт максимальных расходов дождевых паводков и половодья и водопропускных отверстий инженерных дорожных сооружений.

Однако изменения, в том числе и в результате антропогенного воздействия, настолько велики, что результат расчёта на одном и том же объекте может меняться в разы.

Таблица 4. Сравнительная величина $L_a/A_a^{0,56}$ и $J_a A_a^{0,50}$ для водотоков полигона «Междуречье».**Table 4.** Comparative values of $L_a/A_a^{0,56}$ and $J_a A_a^{0,50}$ for watercourses of the "Mezhdurechye" polygon.

№ п/п	Водоток	Год	Площадь водосбора, км ²	Длина водотока, км	Уклон, ‰	$L_a/A_a^{0,56}$	$J_a A_a^{0,50}$
1	Обша	1938	216	38	0,46	1,9	6,8
		1986	228	35	0,59	1,7	8,9
2	Кремёна	1938	126	22	0,37	1,5	4,2
		1986	130	24	0,81	1,6	9,2
3	Молявня	1938	20,5	8,2	3,55	1,5	16,1
		1986	20,5	8,32	3,85	1,5	17,4
4	Осуга	1939	304	34,2*	0,97	1,4	16,9
		1982	304	34,2	0,39	1,4	6,8
5	Раменка	1939	79	26,5*	1,22	2,3	10,8
		1982	79	26,5	1,26	2,3	11,2
6	Днепр	1938	255	40,3	0,49	1,8	7,8
		1952	262	40,9	0,69	1,8	11,2

Таблица 5. Сравнительные величины максимального и минимального модуля стока для водотоков полигона «Междуречье».**Table 5.** Comparative values of maximum and minimum flow modulus for watercourses of the "Mezhdurechye" polygon.

Водоток	Площадь, км ²	Меженный модуль стока, лето 2014 года, л/с·км ²	Модуль стока весеннего половодья, весна 2015 года, л/с·км ²
Обша – Городок	228	0,54	72,17
Кремёна – Городок	130	0,78	40,23
Молявня – Городок	20,5	2,08	63,89
Осуга – Красное	304	3,62	127,30
Раменка – Красное	79	0,38	73,80
Днепр – Болшево	262	0,08	56,68

Таким образом, принципиальное отсутствие учёта текущих, обусловленных в первую очередь антропогенным воздействием, ландшафтных изменений приводит к ошибкам в расчетах основных данных, определяющих размеры водопропускных дорожных и водоотводных мелиоративных сооружений, в два раза и более.

Кроме того, оставляет желать лучшего методическая и нормативная составляющая,

законодательно регламентирующая порядок расчётов в проектировании и строительстве сооружений.

Все эти проблемы требуют скорейшего решения и разработки новых подходов к расчётам исходных данных, с учётом текущих изменений на определённой территории, а также более четкого законодательного регулирования в этой сфере.

Литература

Антонова Т.С., Салминен Э.О., Виноградов А.Ю. Проектирование водопропускных сооружений с учетом географических особенностей местности // Материалы одиннадцатой международной научно-технической интернет-конференции, посвященной 85-летию Лесоинженерного

References

Antonova T.S., Salminen E.O., Vinogradov A.Yu. Proektirovanie vodopropuskykh sooruzhenii s uchetom geograficheskikh osobennostei mestnosti [Designing culverts taking into account the geographical features of the area]. *Materialy odinnadtsatoi mezhdunarodnoi nauchno-*

факультета СПбГЛТУ и 95-летию кафедры Сухопутного транспорта леса «Леса России в XXI веке» (г. Санкт-Петербург, 8–10 октября 2014 года). СПб.: СПбГЛТУ, 2014. С. 14–17.

Виноградов А.Ю. Ошибки гидрометрических измерений // ГеоРиск. 2014. №3. С. 10–11.

Виноградов А.Ю. Влияние леса на снегонакопление и расходы воды весеннего половодья при расчетах инженерных дорожных сооружений // Естественные и технические науки. 2015. № 11 (89). С. 651–655.

Виноградов А.Ю., Никифоровский А.А. К вопросу о применимости статистических методов в расчетах максимального стока малых рек // Сборник трудов III Международной конференции «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита» (г. Южно-Сахалинск, 22–26 сентября 2014 года). Южно-Сахалинск: Сахалинский филиал ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, 2014. С. 242–246.

Виноградов А.Ю., Салминен Э.О. Расчет изменения максимальных расходов воды малых рек в результате хозяйственной деятельности и его влияние на проектирование дорожного водоотвода // Материалы Всероссийского симпозиума с международным участием «Лесное хозяйство и комплексное природопользование» (г. Великий Новгород – г. Валдай, 20–23 июля 2010 г.). СПб.: СПбНИИЛХ, 2010. Вып. 2 (22). С. 268–277.

Виноградов А.Ю., Салминен Э.О., Чомаев А.А. Изменение максимальных расходов малых рек в результате хозяйственной деятельности и его влияние на проектирование дорожного водоотвода // Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию лесоинженерного факультета Петрозаводского государственного университета «Опыт лесопользования в условиях Северо-Запада РФ и Фенноскандии» (г. Петрозаводск, 20–22 сентября 2011 года). Петрозаводск: ПетрГУ, 2011. С. 5–6.

Виноградов А.Ю., Смирнова Л.Н. Влияние изменения хозяйственной деятельности на плодородие почв лесной зоны РФ // Материалы

tekhnicheskoi internet-konferentsii, posvyashchennoi 85-letiyu Lesoinzhenernogo fakul'teta SPbGLTU i 95-letiyu kafedry Sukhoputnogo transporta lesa «Lesa Rossii v XXI veke» (g. Sankt-Peterburg, 8–10 oktyabrya 2014 goda) [Materials of the eleventh international scientific and technical Internet conference dedicated to the 85th anniversary of the Faculty of Forestry, St. and the 95th anniversary of the Department of Forest Land Transport "Forests of Russia in the XXI century" (St. Petersburg, October 8–10, 2014)]. St. Petersburg, Publ. SPbGLTU, 2014, pp. 14–17. (In Russian; abstract in English).

Frolov A.V. Sostoyanie i tendentsii izmeneniya kachestva vod v Rossiiskoi Federatsii [Status and trends of water quality in the Russian Federation and the north-west region]. *Okhrana okruzhayushchei sredy i prirodopol'zovanie [Environmental protection and environmental management]*, 2013, iss. 1, pp. 8–11. (In Russian; abstract in English).

Gartsman B.I., Bugayets A.N., Tegai N.D., Krasnopeyev S.M. Analysis of the structure of river systems and the prospects for modeling hydrological processes. *Geography and natural resources*, 2008, vol. 29, iss. 2, pp. 116–123. DOI: [10.1016/j.gnr.2008.06.017](https://doi.org/10.1016/j.gnr.2008.06.017). (Russ. ed.: Gartsman B.I., Bugaets A.N., Tegai N.D., Krasnopeev S.M. Analiz struktury rechnykh sistem i perspektivy modelirovaniya gidrologicheskikh protsessov. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2008, iss. 2, pp. 20–29).

Horton R.E. Erosional development of streams and their drainage basins Hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological society of America*, 1945, vol. 56, iss. 3, pp. 275–370. DOI: [10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2). (Russ. ed.: Khorton R.E. *Eroziionnoe razvitie rek i vodosbornykh basseinov. Gidrofizicheskii podkhod k kolichestvennoi morfologii*. Moscow, Publ. Gosudarstvennoe izdatel'stvo inostrannoi literatury, 1948. 159 p).

Makkaveev N.I. *Ruslo reki i eroziya v ee basseine [River bed and erosion in its basin]*. Moscow, Publ. Faculty of Geography MSU, 2003. 353 p. (In Russian).

научно-технической конференции «Сухопутный транспорт леса». СПб.: СПбГЛТУ, 2009. С. 179–184.

Гарцман Б.И., Бугаец А.Н., Тегай Н.Д., Краснопеев С.М. Анализ структуры речных систем и перспективы моделирования гидрологических процессов // География и природные ресурсы. 2008. № 2. С. 20–29.

Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Геогр. фак. МГУ, 2003. 353 с.

Салминен Э.О., Виноградов А.Ю. Сравнительная оценка результатов расчетов по модели «водный переход» и СП 33-101-2003 // Материалы научно-технической конференции «Сухопутный транспорт леса». СПб.: СПбГЛТУ, 2009. С. 175–179.

Соколов А.А. Гидрография СССР: воды суши: Учеб. пособие для гидрометеорол. техникумов. Л.: Гидрометеоздат, 1952. 472 с.

Фролов А.В. Состояние и тенденции изменения качества вод в Российской Федерации // Охрана окружающей среды и природопользование. 2013. №1. С. 8–11.

Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Гидрофизический подход к количественной морфологии / Пер. с англ. Д.Л. Арманд и В.А. Троицкого. М.: Государственное издательство иностранной литературы, 1948. 159 с.

Salminen E.O., Vinogradov A.Yu. Sravnitel'naya otsenka rezul'tatov raschetov po modeli «vodnyi perekhod» i SP 33-101-2003 [Comparative evaluation of the results of calculations by the model "water passage" and SP 33-101-2003]. *Materialy nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Sukhoputnyi transport lesa»* [Materials of the scientific and technical conference "Land transport of the forest"]. St. Petersburg, Publ. SPbGLTU, 2009, pp. 175–179. (In Russian; abstract in English).

Sokolov A.A. *Gidrografiya SSSR: vody sushy* [Hydrography of the USSR]. Leningrad, Publ. Gidrometeoizdat, 1952. 472 p. (In Russian).

Vinogradov A.Yu. Oshibki gidrometricheskikh izmerenii [Hydrometric measurements errors]. *GeoRisk* [GeoRisk], 2014, iss. 3, pp. 10–11. (In Russian; abstract in English).

Vinogradov A.Yu. Vliyanie lesa na snegonakoplenie i raskhody vody vesennego polovod'ya pri raschetakh inzhenernykh dorozhnykh sooruzhenii [Influence of forest on snow accumulation and water discharge of spring floods in calculations of engineering road structures]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences], 2015., iss. 11 (89), pp. 651–655. (In Russian; abstract in English).

Vinogradov A.Yu., Nikiforovskiy A.A. K voprosu o primenimosti statisticheskikh metodov v raschetakh maksimal'nogo stoka malyykh rek [On the applicability of statistical methods in the calculation of maximum flow of small rivers]. *Sbornik trudov III Mezhdunarodnoi konferentsii «Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita» (g. Yuzhno-Sakhalinsk, 22–26 sentyabrya 2014 goda)* [Proceedings III International Conference "Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection" (Yuzhno-Sakhalinsk, September 22–26, 2014)]. Yuzhno-Sakhalinsk, Publ. Sakhalin Department of Far East Geological Institute FEB RAS., 2014, pp. 242–246. (In Russian; abstract in English).

Vinogradov A.Yu., Salminen E.O. Raschet izmeneniya maksimal'nykh raskhodov vody malyykh rek v rezul'tate khozyaistvennoi deyatel'nosti i ego vliyanie na proektirovanie dorozhnogo vodootvoda [The variation of maximum water discharge of small rivers from anthropogenic activities and its

influence on the design of cross road drainage]. *Materialy Vserossiiskogo simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiem «Lesnoe khozyaistvo i kompleksnoe prirodopol'zovanie»* (g. Velikii Novgorod – g. Valdai, 20–23 iyulya 2010 g.) [Materials of the All-Russian symposium with international participation "Forestry and integrated environmental management" (Veliky Novgorod - Valdai, July 20–23, 2010)]. St. Petersburg, Publ. SPbNIILKh, 2010, iss. 2 (22), pp. 268–277. (In Russian; abstract in English).

Vinogradov A.Yu., Salminen E.O., Chomaev A.A. *Izmenenie maksimal'nykh raskhodov malykh rek v rezul'tate khozyaistvennoi deyatel'nosti i ego vliyanie na proektirovanie dorozhnogo vodootvoda* [Changes in the maximum flow rates of small rivers as a result of economic activities and its impact on the design of road drainage systems]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posvyashchennoi 60-letiyu lesoinzhenernogo fakul'teta Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta «Opyt lesopol'zovaniya v usloviyakh Severo-Zapada RF i Fennoskandii»* (g. Petrozavodsk, 20–22 sentyabrya 2011 goda) [Materials of the International Scientific and Technical Conference Devoted to the 60-th Anniversary of Forest Engineering Faculty of Petrozavodsk State University "Forest Cluster in North-Western Russia, Finland and Sweden" (Petrozavodsk, September 20–22, 2011)]. Petrozavodsk, Publ. PetrGU, 2011, pp. 5–6. (In Russian).

Vinogradov A.Yu., Smirnova L.N. *Vliyanie izmeneniya khozyaistvennoi deyatel'nosti na plodorodie pochv lesnoi zony RF* [The influence of changes in economic activity on soil fertility in the forest zone of the Russian Federation]. *Materialy nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Sukhoputnyi transport lesa»* [Materials of the scientific and technical conference "Land transport of the forest"]. St. Petersburg, Publ. SPbGLTU, 2009, pp. 179–184. (In Russian; abstract in English).