

## Гидрологическое обоснование системы мониторинга зон затопления в Московском регионе

П. Н. Терский<sup>\* \*\*</sup>, М. О. Фатхи<sup>\*</sup>,  
Е. А. Ракчеева<sup>\*</sup>, А. И. Якимова<sup>\* \*\*</sup>,  
О. В. Горелиц<sup>\*</sup>, И. В. Землянов<sup>\*</sup>

*В условиях быстро изменяющихся в результате антропогенной деятельности параметров водосборов необходимо не только уточнять границы территорий, подверженных затоплениям, но и проводить их регулярный мониторинг. Однако нормативная документация не соответствует комплексному гидрологически обоснованному подходу к мониторингу зон затопления. Приведены обобщенные рекомендации к проведению полевых и камеральных работ с учетом природных региональных особенностей, а также к выбору контролируемых показателей и периодичности мониторинга зон затопления. Дана укрупненная оценка влияния изменения залесенности и урбанизированности водосборов на формирование максимальных расходов воды.*

**Ключевые слова:** затопление, государственный мониторинг водных объектов, опасные гидрологические явления, максимальные расходы воды, залесенность, урбанизация.

### 1. Введение

Зоны затопления представляют собой прилегающие к различным водным объектам территории, затопляемые во время прохождения наивысших уровней воды 1%-ной обеспеченности, и являются зонами с особыми условиями использования территорий [4, 15, 16]. Размеры зон затопления определяются современным гидрологическим режимом водных объектов и рядом природных и антропогенных факторов, изменения которых могут привести к изменению границ этих зон [1].

Согласно нормативным документам [2, 17], мониторинг зон затопления является составной частью государственного мониторинга водных объектов в рамках государственного экологического мониторинга.

Однако следует принимать во внимание, что в силу природных и антропогенных причин происходит постоянное изменение комплекса факторов, определяющих положение зон затопления. Анализ экстремальных климатических событий последних лет — интенсивных летних осадков в

<sup>\*</sup> Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова; e-mail: pavel\_tersky@mail.ru (Терский Павел Николаевич).

<sup>\*\*</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова.

пределах Москвы и Московской области, экстремальных паводков на Дальнем Востоке, в Хабаровском крае и в других регионах России — показывает, что факторы, определяющие параметры затопления территорий (как природные, так и антропогенные), изменяются быстро и в широких пределах. Для того, чтобы отслеживать происходящие изменения и, по возможности, предсказать их последствия, необходима четкая организация регулярных наблюдений.

Ввиду отсутствия утвержденных методических документов, определяющих порядок ведения мониторинга, актуальна разработка научно обоснованной программы мониторинга зон затопления. Программа должна включать анализ изменения положения зон затопления, определение факторов, обуславливающих эти изменения, оценку обратимости изменений, а также позволять принимать решение о корректировке границ зон затопления. Основой для разработки программы мониторинга зон затопления являются федеральные законы, нормативные документы [2, 14, 17], результаты выполненных в последние годы работ по установлению зон затопления [11—13], а также данные экспедиционных обследований, архивные и фондовые материалы и результаты научных работ, содержащие сведения о состоянии водных объектов.

## **2. Основные факторы формирования зон затопления, контролируемые показатели и периодичность мониторинга**

Современные теории формирования стока дают общее представление о механизмах трансформации атмосферных осадков на водосборных территориях и о влиянии морфометрии на формирование уровней высоких вод. В работе обозначены основные факторы, изменение которых может привести к изменению расчетных значений максимального стока, расчетных уровней воды заданной обеспеченности и, как следствие, к изменению зон затопления.

Исходя из современных представлений о процессах формирования стока и опыта работ Государственного океанографического института им. Н. Н. Зубова (ФГБУ “ГОИН”) в 2015—2019 гг. [11—13] определены две основные группы факторов и контролируемые показатели, позволяющие количественно оценить изменения этих параметров (табл. 1). В первую группу включены природные и антропогенные факторы, оказывающие влияние на максимальный сток, во вторую — определяющие пропускную способность русловой сети. Характеристики описывают факторы затопления, а контролируемые показатели позволяют запланировать и регулярно объективно оценивать изменения этих характеристик в рамках мониторинга. Контролируемые показатели служат для определения резкого изменения какой-либо характеристики, а также для накопления данных для статистического анализа этих характеристик.

Первая группа — генетические факторы формирования максимальных расходов и наивысших уровней воды. Климатические факторы стока обуславливают изменчивость максимальных расходов и уровней воды. Залесенность, заболоченность, общее количество и площадь водоемов на водосборной территории, ее хозяйственная освоенность и урбанизирован-

Таблица 1

**Основные факторы, определяющие процессы затопления,  
характеристики и контролируемые показатели**

| Факторы                                                                              | Характеристики                                                                                             | Контролируемые показатели                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Факторы, оказывающие влияние на максимальный сток</b>                             |                                                                                                            |                                                                                                                        |
| Природные:<br>весеннее снеготаяние                                                   | Максимальные уровни и расходы заданной обеспеченности                                                      | Уровни и расходы воды                                                                                                  |
| дождевые паводки<br>ландшафтно-гидрологическая<br>структура водосбора                | То же<br>Залесенность, озерность,<br>заболоченность,<br>урбанизированность                                 | То же<br>Площади лесов, озер,<br>болот, застройки на<br>водосборах                                                     |
| Антропогенные:<br>водопотребление и<br>водопользование                               | Объемы водопотребления и водоотведения, их режим и структура                                               | Количественные данные о водопотреблении и водоотведении — объем, сроки, экстремальные значения                         |
| особенности эксплуатации<br>гидротехнических сооружений                              | Пропускная способность сооружения, режим пропуска паводков и половодий<br>Регулирующая емкость резервуаров | Величины сбросных расходов редкой повторяемости<br>Значения нормального и форсированного подпорного уровня             |
| <b>Факторы, определяющие пропускную способность русловой сети (емкость водоемов)</b> |                                                                                                            |                                                                                                                        |
| Природные:<br>русловые деформации                                                    | Пропускная способность русла и поймы, их взаимное местоположение                                           | Рельеф русла, плановая конфигурация и положение                                                                        |
| возникновение запруд и сужений русла                                                 | Гидравлическая структура и емкостные характеристики участков русла и поймы                                 | Наличие (отсутствие) в русле и на пойме древесных заломов, бобровых плотин, навалов грунта и т. д.                     |
| заиление водоемов —<br>уменьшение аккумулирующей емкости                             | Объем водоема                                                                                              | Объемная характеристика водоема (кривая объемов) и отметки уровня водосбросных устройств для зарегулированных водоемов |
| Антропогенные:<br>реконструкция русла и земляные работы в долине реки                | Пропускная способность русла и поймы, изменение гидравлической структуры потока                            | Морфометрические характеристики русла и поймы, плановая конфигурация и положение                                       |
| искусственные сооружения в русле и в долине реки, уменьшающие пропускную способность | То же                                                                                                      | То же                                                                                                                  |

ность — основные факторы, влияющие на закономерность распределения максимального стока во времени и пространстве [20]. Следует отметить, что данные характеристики территорий не являются предметом мониторинга в рамках каких-либо подсистем Государственного экологического мониторинга и, по мнению авторов, должны быть включены в программу мониторинга зон затопления.

Водопотребление и водоотведение (в том числе сброс использованных подземных вод) могут существенно перестроить структуру водного режима на рассматриваемых территориях [6].

Гидротехнические сооружения, особенно межбассейновые каналы, производят значительное перераспределение стока рек как во времени, так и в пространстве. Важнейшими сооружениями в пределах Московского региона являются сооружения Канала имени Москвы и Москворецкой водной системы [9, 10]. Помимо крупных гидротехнических сооружений существует большое количество прудов, на которые также возложены локальные водохозяйственные функции [5]. В случае изменения проектных характеристик гидротехнических сооружений необходима оперативная корректировка установленных зон затопления.

Ко второй группе относятся факторы, влияющие на пропускную способность русловой сети. Для рек, протекающих в естественных или слабоизмененных условиях, они связаны с русловыми деформациями, которые происходят при прохождении руслоформирующих расходов воды. Кроме того, часто с годовым циклом возникают запруды и сужения, уменьшающие пропускную способность русла (бобровые плотины, древесные заломы, строительные работы и др.).

В больших проточных водоемах трансформация паводков (и половодий) происходит за счет их свободной емкости, а паводки редкой повторяемости через многие пруды проходят транзитом, поэтому рекомендуется периодическое уточнение кривой объемов больших водоемов, а также проведение регулярного мониторинга водосбросных устройств и их отметок на прудах.

Природные процессы в регионе имеют естественный годичный цикл, поэтому наблюдения за максимальными уровнями и расходами воды половодий и высоких паводков, уровнями воды в водоемах должны проводиться ежегодно.

Антропогенная нагрузка часто также имеет годичный календарный цикл, связанный с финансированием мероприятий. Однако, безусловно, строго обосновать периодичность мониторинга антропогенных факторов затруднительно, поскольку они мало поддаются статистическому анализу и могут иметь стихийный характер.

### **3. Методика мониторинга зон затопления**

Основные факторы и контролируемые показатели (табл. 1) определяют методы проведения мониторинга, а его периодичность зависит от темпов развития природных и антропогенных процессов, определяющих затопление прибрежных территорий. Среди этих методов можно выделить несколько основных групп.

**Регулярные инструментальные наблюдения на сетевых пунктах.** В Московском регионе расположены 34 гидрологических поста государственной наблюдательной сети, находящихся в ведении Центрального УГМС, и ряд гидрологических постов, принадлежащих разным ведомственным организациям (в том числе ФГБУ “Канал имени Москвы”, АО “Мосводоканал”, ГУП “Мосводосток”). Наблюдения за уровнями воды

проводят лишь на 23 реках региона, из которых 10 относятся к категории малых рек (согласно ГОСТ [3]) и в основном являются притоками Москворецких водохранилищ. Расходы воды измеряют на 14 реках.

На территории г. Москва нет ни одного гидрологического поста. Очевидна недостаточность гидрологической сети наблюдений в Московском регионе, особенно для целей мониторинга зон затопления.

**Сбор и анализ фондовой информации** проводят для обновления архива экстремальных значений уровней и расходов воды на реках, сумм осадков, данных о водоотведении, сведений о характере прохождения половодья на реках региона, а также данных о случаях затопления прибрежных территорий. Архив данных необходимо пополнять ежегодно для анализа экстремальных ситуаций и обновления статистических характеристик и зависимостей.

**Полевые рекогносцировочные обследования** русел рек и прибрежных территорий для оценки естественных русловых деформаций и антропогенных изменений состояния речных долин должны проводиться ежегодно. Полевой мониторинг направлен на изучение режима использования зон затопления и определение потенциальных источников загрязнения окружающей среды, а также на выявление участков землепользования, оказывающих воздействие на водные объекты. По результатам рекогносцировочного обследования могут быть назначены топографо-геодезические работы в случае выявления значительных изменений в рельефе долин рек или берегов водоемов.

**Использование данных дистанционного зондирования Земли** основано на пространственно-временном анализе материалов многократных последовательных (либо периодических) аэро- или космических съемок. Основные области применения дистанционного зондирования:

- оценка состояния русла: проверка наличия обратимых или кратковременных нарушений пропускной способности русла (из-за упавших деревьев, береговых процессов, заторов, захламления русла, нарушения течения в коллекторах), необратимых нарушений (в результате строительства мостов, плотин и др., значительных плановых и высотных русловых деформаций);

- оценка состояния поймы: проверка наличия обратимых или кратковременных изменений (в результате временных земляных работ, захламления поймы и др.), необратимых изменений (в результате застройки, разработки пойменных карьеров и др.), хозяйственного использования территории;

- оценка площади фактического затопления территории во время весенних половодий;

- оценка изменения озерности, заболоченности, залесенности, распаханности, урбанизированности.

Основными методическими документами при проведении мониторинга с использованием данных дистанционного зондирования являются рекомендации [18, 19]. В случае выявления необратимых изменений выполняется подготовка предложений по корректировке границ затопления.

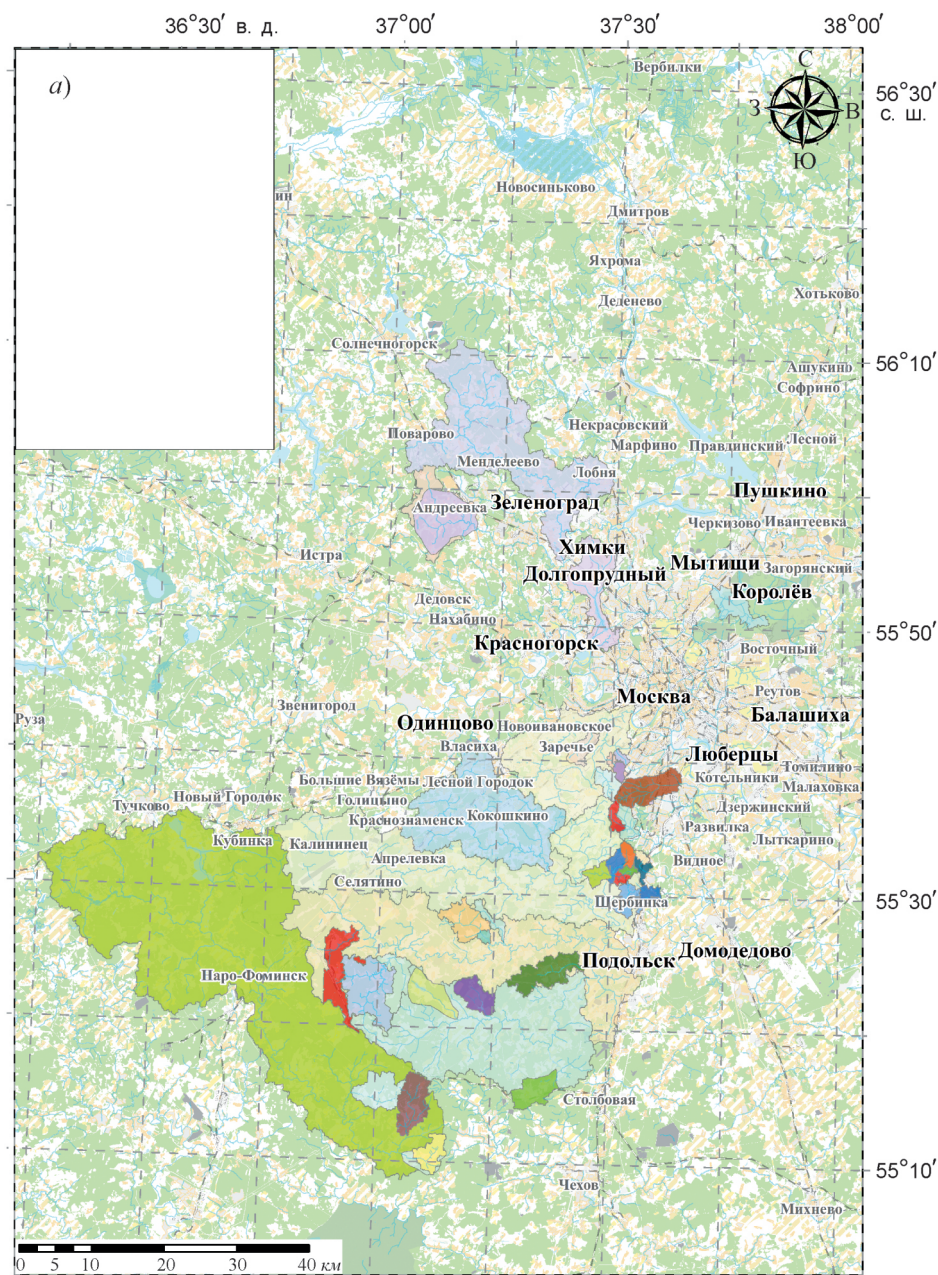
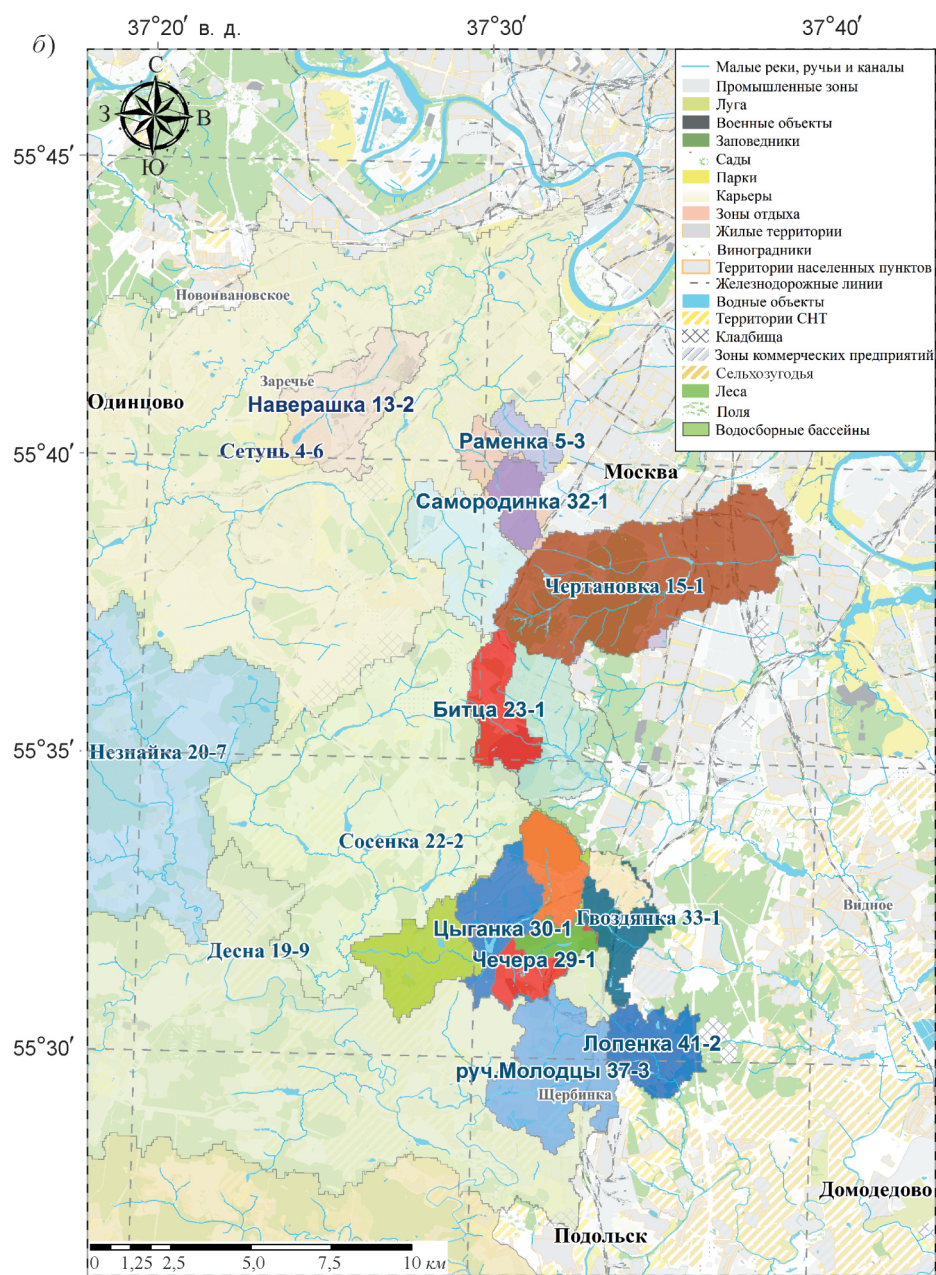


Рис. 1. Схема расположения выбранных водосборов Московского региона (а)

#### 4. Результаты оценки чувствительности максимального стока к изменению ландшафтно-гидрологических параметров водосборов

Московский регион — один из наиболее быстро развивающихся субъектов Российской Федерации, на территории региона уже длительное вре-



и г. Москва (б).

мя сокращается площадь лесов, болот и озер, распаханых земель и увеличивается площадь урбанизированных территорий, которые оказывают существенное влияние на величину максимального речного стока [21]. Ввиду ландшафтных особенностей — низкой заболоченности и озерности Московского региона, а также резко увеличивающихся темпов застройки водосборных территорий — изменение залесенности и урбанизированности

водосборов в перспективе представляется наиболее вероятным и весомым фактором.

Статистический анализ максимальных расходов и наивысших уровней воды, проводимый для расчета зон затопления, — работа ретроспективная, она строится на рядах наблюдений ежегодных экстремальных значений. Однако однородность этих рядов при изменениях ландшафтной структуры водосбора будет нарушаться, особенно на малых водосборах [7]. При этом по мере дополнения рядов наблюдений, для того чтобы нарушение однородности подтверждалось статистическими критериями, а не трактовалось как выброс или выдающееся значение [20], должно пройти время для накопления значимого массива данных.

В данной работе принято допущение об однородности процесса формирования максимальных расходов воды в половодье и взаимно независимом гипотетическом изменении залесенности и урбанизированности водосбора для иллюстрации влияния изменения каждого компонента по отдельности.

#### 4.1. Оценка чувствительности к изменению залесенности водосбора

Для оценки изменчивости максимальных расходов воды 1%-ной обеспеченности при разных вариантах возможного уменьшения залесенности были выбраны 48 водосборов (рис. 1). Площадь водосборов — от 2,3 км<sup>2</sup> (р. Гвоздянка) до 1632 км<sup>2</sup> (р. Пахра). Фактическая залесенность также изменяется в широких пределах: от 1,3% (р. Котловка) до 79% (р. Сохна).

Методика оценки изменчивости максимальных расходов воды в зависимости от лесистости водосбора построена на нормативных подходах [19, 20] и результатах работ по определению зон затопления для г. Москва, выполненных ФГБУ «ГОИН» [11—13] (в рамках этих работ вычислены расходы воды 1%-ной обеспеченности для 48 водосборов по данным нескольких рек-аналогов, освещенных данными наблюдений).

Расчет максимальных расходов воды 1%-ной обеспеченности производился по редукционной формуле 1-го типа (формула 7.14 из [20]). Редукционная формула использована в данном исследовании не для прямого вычисления расходов воды, а для оценки относительных изменений максимальных расходов воды. Слой стока 1%-ной обеспеченности, а также степень редукции по площади приняты постоянными для сценариев разной залесенности.

Выявлено, что при уменьшении залесенности  $A_{\text{л}}$  на 1% увеличение максимальных расходов воды  $Q$  в среднем составляет 1,2%, при уменьшении  $A_{\text{л}}$  на 10% максимальные расходы воды увеличиваются в среднем на 10,2%, при уменьшении  $A_{\text{л}}$  на 40% увеличение  $Q$  составляет в среднем 33,4%:

|                         |      |      |      |       |       |
|-------------------------|------|------|------|-------|-------|
| $A_{\text{л факт}}, \%$ | 1    | 5    | 10   | 20    | 40    |
| $Q, \%$                 | 1,2  | 4,3  | 10,2 | 20,7  | 33,4  |
|                         | 2,12 | 3,20 | 8,55 | 18,02 | 10,12 |

( — среднеквадратическое отклонение в вычисленном ряду  $Q$ ).

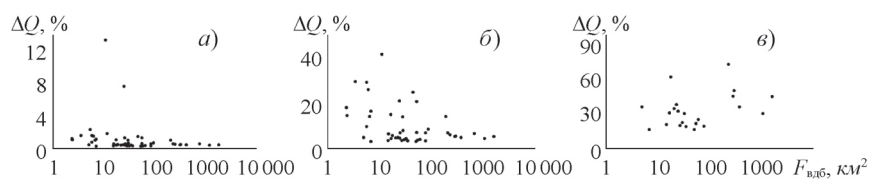


Рис. 2. Изменение максимального расхода воды однопроцентной вероятности превышения  $Q$  в зависимости от площади водосбора  $F_v$  при уменьшении залесенности водосбора на 1% (а), 10% (б) и 40% (в) от фактической.

Изменение залесенности оказывает наибольшее влияние на максимальные расходы воды малых рек и ручьев с площадью водосбора менее  $100 \text{ км}^2$  и залесенностью менее 10% (например, р. Котловка и руч. Молодцы). Чем больше площадь водосбора и значение  $A_d$ , тем меньше уменьшение залесенности влияет на максимальный расход воды. Для водосборов большей площади изменение залесенности оказывает существенное влияние на 1%-процентный расход воды (до 45%) лишь при значительном уменьшении залесенности (на 40%) (рис. 2).

В результате выделяются реки Московского региона, водосборы которых наиболее чувствительны к изменению залесенности, — это малые реки Котловка, Наверашка, руч. Молодцы, Чечера, Цыганка и др. Общие рекомендации по организации мониторинга характеристик зон затопления на водосборах сводятся к следующим пунктам:

- для водосборов площадью менее  $100 \text{ км}^2$  рекомендуется ежегодная оценка изменения залесенности;
- при изменении залесенности этих водосборов более чем на 10% рекомендуется повторное выполнение комплекса работ по вычислению максимальных расходов и уровней воды 1%-ной обеспеченности для уточнения зон затопления;
- для водосборов площадью более  $100 \text{ км}^2$  рекомендуется мониторинг существенных изменений их залесенности проводить раз в 5 лет.

#### 4.2. Оценка чувствительности к изменению урбанизированности водосбора

Процессы формирования максимального стока в городе существенно отличаются от процессов на естественных водосборах, а методики расчета изменяются от балансовых и статистических к гидродинамическим [24] и не учитывают непосредственной водохозяйственной деятельности (устройства ливневой канализации, ограничения пропускной способности коллекторов и т. д.) [8]. При быстром темпе урбанизации нарушается гидрометеорологическая стационарность, а также постоянство подстилающей поверхности, что оказывает существенное влияние на возможность использования продолжительных рядов наблюдений для статистических расчетов. Расчеты влияния изменения климата и ландшафтов на сток урбанизированных территорий требуют принятия гипотез о неизменности факторов формирования стока при изменении климата и ландшафтов [22].

Таблица 2

**Определение модуля максимального стока дождевых паводков  
с урбанизированной территории**

| Река — пост                        | $F_v, \text{км}^2$ | $F_y, \%$ | $Q_{1\% \text{ д}}, \text{м}^3/\text{с}$ | $n$ | $K_0$ | $q_y, \frac{\text{м}^3}{\text{с} \cdot \text{км}^2}$ |
|------------------------------------|--------------------|-----------|------------------------------------------|-----|-------|------------------------------------------------------|
| р. Нара — г. Наро-Фоминск          | 665                | 5,92      | 86,4                                     | 0,3 | 7,2   | 0,94                                                 |
| р. Пахра — д. Стрелковская Фабрика | 1690               | 11,3      | 175                                      | 0,3 | 4,6   | 0,48                                                 |
| р. Медвенка — д. Большое Сареево   | 21,5               | 38,29     | 13,8                                     | 0,3 | 2,0   | 1,26                                                 |

*Примечание.*  $F_v$  — площадь водосбора;  $F_y$  — площадь урбанизированных территорий;  $Q_{1\% \text{ д}}$  — максимальный расход воды дождевых паводков 1%-ной обеспеченности;  $n$  — показатель степени редукции;  $K_0$  — параметр, характеризующий дружность весеннего половодья;  $q_y$  — модуль максимального стока.

Наиболее перспективным и развитым способом оценки изменчивости гидрологических характеристик является математическое моделирование с применением полуэмпирических методов [23], а также комплекса физико-математических (гидродинамических и гидрологических) моделей — MIKE URBAN, HEC-RAS, SWAT и др., требующих обширного массива гидрометеорологических данных. Например, для г. Москва при определении паводковых уровней за основной метод исследования принято гидродинамическое моделирование, основанное на данных собственных гидрометеорологических наблюдений [13].

В настоящей работе количественная оценка влияния урбанизированности на изменение максимальных расходов воды дождевых паводков выполнена с использованием формулы 6.10 из методических рекомендаций [8]

Таблица 3

**Изменение максимальных расходов воды в результате увеличения  
урбанизированности водосбора**

| $F_y, \%$ | р. Нара — г. Наро-Фоминск |                                          |     | р. Пахра — д. Стрелковская Фабрика |                                          |     | р. Медвенка — д. Большое Сареево |                                          |     |
|-----------|---------------------------|------------------------------------------|-----|------------------------------------|------------------------------------------|-----|----------------------------------|------------------------------------------|-----|
|           | $F_v, \text{км}^2$        | $Q_{1\% \text{ д}}, \text{м}^3/\text{с}$ |     | $F_v, \text{км}^2$                 | $Q_{1\% \text{ д}}, \text{м}^3/\text{с}$ |     | $F_v, \text{км}^2$               | $Q_{1\% \text{ д}}, \text{м}^3/\text{с}$ |     |
| 10        | 106                       | 173                                      | 2,0 | 360                                | 273                                      | 1,6 | 10,4                             | 16,2                                     | 1,2 |
| 20        | 172                       | 243                                      | 2,8 | 529                                | 357                                      | 2,0 | 12,5                             | 18,5                                     | 1,3 |
| 30        | 239                       | 305                                      | 3,5 | 698                                | 434                                      | 2,5 | 14,7                             | 20,7                                     | 1,5 |
| 40        | 305                       | 362                                      | 4,2 | 867                                | 505                                      | 2,9 | 16,8                             | 22,8                                     | 1,7 |
| 50        | 372                       | 416                                      | 4,8 | 1036                               | 572                                      | 3,3 | 19,0                             | 24,8                                     | 1,8 |
| 60        | 438                       | 467                                      | 5,4 | 1205                               | 635                                      | 3,6 | 21,1                             | 26,7                                     | 1,9 |
| 70        | 505                       | 515                                      | 6,0 | 1374                               | 697                                      | 4,0 | —                                | —                                        | —   |
| 80        | 571                       | 562                                      | 6,5 | 1543                               | 755                                      | 4,3 | —                                | —                                        | —   |
| 90        | 638                       | 607                                      | 7,0 | —                                  | —                                        | —   | —                                | —                                        | —   |

*Примечание.*  $= Q_{\text{изм}}/Q_{\text{факт}}$

для рек Москвы с действующими гидрологическими постами. Степень урбанизированности водосборов ( $F_y$ ) была оценена с помощью ГИС-технологий и открытых данных проекта Open Street Map. В табл. 2 представлены основные характеристики водосборов, максимальные расходы паводков получены в рамках работ [12, 13].

В результате оценочных расчетов выявлены общие закономерности изменения максимальных расходов воды и их степень (табл. 3).

Увеличение доли урбанизированных территорий  $F_y$  по-разному влияет на максимальный сток дождевых паводков для рек с разными площадями водосборов. Увеличение максимального стока дождевых паводков в 2 раза для более крупных водосборов (реки Нара и Пахра) наблюдается уже при увеличении  $F_y$  на 10 и 20% от фактически наблюдаемого. Для р. Медвенка, которая в современных условиях значительно урбанизирована, такое увеличение стока представляется возможным только при застройке практически всей территории водосбора.

## 5. Заключение

В условиях современных изменений климата, изменяющихся правил управления водными ресурсами и возрастающей антропогенной нагрузки в Московском регионе необходим гидрологически обоснованный подход к организации мониторинга зон затопления. Программа мониторинга должна включать оценку изменчивости генетических факторов формирования максимального стока, а также антропогенных изменений системы “водоток (водоем) — прибрежная территория”, которые определяют изменения положения границ зон затопления.

Изменение параметров водосборов рек Московского региона оказывает прямое воздействие на территории, подверженные риску затопления. Изменение залесенности более всего сказывается на величинах максимальных расходов воды малых рек, особенно со слабо залесенными водосборами (менее 10%), изменение урбанизированности проявляется сильнее всего на реках с изначально малой долей урбанизированных территорий.

В общем случае периодичность мониторинга зон затопления должна соответствовать годовому гидрологическому циклу, поскольку основные факторы затопления возникают ежегодно (весеннее половодье, дождевые паводки). Полевые рекогносцировочные работы и анализ данных дистанционного зондирования должны отвечать генетическому и статистическому подходу к гидрологическому мониторингу и проводиться ежегодно.

## Литература

1. Варенцова Н. А., Никифоров Д. А., Гранич П. С. Нормативно-правовые основы проектов определения границ зон затопления и существующие проблемы. — Инженерные изыскания, 2018, т. XII, № 11—12, с. 36—43.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 02.08.2019).
3. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения; введ. 1975-01-01. — М., Государственный комитет СССР по стандартам, 1988.
4. Градостроительный кодекс от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 16.12.2019).

5. Декоративные и купальные пруды. — Официальный сайт ГУП “Мосводосток”; [http://www.mosvodostok.com/water\\_objects/dekorativnye-i-kupalnye-prudy/](http://www.mosvodostok.com/water_objects/dekorativnye-i-kupalnye-prudy/) (дата обращения: 15.02.2020).
6. Коронкевич Н. И., Мельник К. С. Антропогенные воздействия на сток реки Москвы. — М., Макс Пресс, 2015.
7. Коронкевич Н. И., Мельник К. С. Изменение стока реки Москвы в результате антропогенных воздействий. — Водные ресурсы, 2017, т. 4, № 1, с. 3—14.
8. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. — Л., Гидрометеониздат, 1986, 168 с.
9. Основные положения правил использования водных ресурсов водохранилищ водозащитного бьефа канала имени Москвы. — М., Госводхоз РСФСР, 1963.
10. Основные положения правил использования водных ресурсов водохранилищ Москворецкой водной системы. — М., Минводхоз РСФСР, 1968.
11. Отчет о научно-исследовательской работе по Государственному контракту № 0604-01/16 от 20 октября 2016 года на выполнение научно-исследовательской работы по теме: “Разработка научно обоснованной программы мониторинга зон затопления, подтопления”.
12. Отчет по государственному контракту № 12/16-ГК от 20 мая 2016 года на выполнение работ по теме “Подготовка предложений по границам зон затоплений, подтоплений”. — М., ГОИН, 2016.
13. Отчет по государственному контракту № 20-ГК от 7 июля 2015 года на выполнение работ по теме: “Анализ состояния гидрографической сети и гидрологического режима водных объектов города Москвы с целью определения территорий, потенциально подверженных затоплению, подтоплению”, ч. 2. — М., ГОИН, 2015.
14. Постановление Правительства РФ от 10 апреля 2007 г. № 219 “Об утверждении положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов”.
15. Постановление Правительства РФ от 28 апреля 2007 г. № 253 “О порядке ведения государственного водного реестра”.
16. Постановление Правительства РФ от 18.04.2014 № 360 (ред. ПП РФ от 07.09.2019) “Положение о зонах затопления, подтопления”.
17. Приказ МПР РФ от 07.05.2008 г. № 111 “Об утверждении форм и порядка представления данных мониторинга, полученных участниками ведения государственного мониторинга водных объектов”.
18. Рекомендации по использованию аэрокосмической информации при изучении руслового процесса. — Л., Гидрометеониздат, 1985.
19. Рекомендации Р 52.08.874-2018 “Определение гидрографических характеристик картометрическим способом”. — СПб, 2018.
20. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. — М., Госстрой России, 2004.
21. Терский П. Н., Фатхи М. О., Цыпленков А. С. и др. Определение границ зон затопления рек города Москвы. — Геориск, 2017, № 3, с. 20—29.
22. Aboelnour M., Gitau M. W., and Engel B. A. Hydrologic response in an urban watershed as affected by climate and land-use change. — Water, 2019, No. 11.
23. Li C., Liu M., Hu Y., Shi T., Zong M., and Walter M. T. Assessing the impact of urbanization on direct runoff using improved composite CN method in a large urban area. — Intern. J. Environ. Res. and Public Health, 2018, No. 15.
24. Ligtenberg J. Runoff changes due to urbanization: A review, 2017, 20 p. Retrieved from the DiVA portal.